

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

DIPLOMOVÁ PRÁCE



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

ÚSTAV TELEKOMUNIKACÍ

DEPARTMENT OF TELECOMMUNICATIONS

PROBLEMATIKA NÁVRHU SÍŤOVÉ INFRASTRUKTURY

NETWORK INFRASTRUCTURE DESIGN

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Lukáš Tobolka

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Václav Zeman, Ph.D.

BRNO 2021

Diplomová práce

magisterský navazující studijní program **Telekomunikační a informační technika**

Ústav telekomunikací

Student: Bc. Lukáš Tobolka

ID: 195755

Ročník: 2

Akademický rok: 2020/21

NÁZEV TÉMATU:

Problematika návrhu síťové infrastruktury

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Práce je zaměřena na praktické stránky návrhu síťové infrastruktury. Úkolem je přehledně zpracovat a popsat jednotlivé kroky při jejím návrhu, od tvorby projektové dokumentace až po samotnou realizaci a měření sledovaných parametrů sítě, případně řešení zjištěných závad a způsobech jejich odstranění. Dle možností bude postup návrhu demonstrován na konkrétní realizaci sítě.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

[1] HEŘMAN, J., TRINKEWITZ, Z. a kolektiv autorů: Elektrotechnické a telekomunikační instalace. Dashöfer Holding, Ltd. a Verlag Dashöfer, nakladatelství, s.r.o., 2010. 1888 s. ISBN 80-86897-06-0.

[2] XANADU Komplexní IT řešení, CAD/GIS/PLM, Autodesk, HP, Microsoft [online].

Termín zadání: 1.2.2021

Termín odevzdání: 24.5.2021

Vedoucí práce: doc. Ing. Václav Zeman, Ph.D.

prof. Ing. Jiří Mišurec, CSc.
předseda rady studijního programu

UPOZORNĚNÍ:

Autor diplomové práce nesmí při vytváření diplomové práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

ABSTRAKT

Cílem této diplomové práce je pohled na návrh síťové infrastruktury v praxi. Jsou zde uvedeny jednotlivé postupy, značky, normy, kterých je třeba se držet při projektování. Součástí je krátký všeobecný přehled o koncových prvků, kabelových systémů a s tím souvisejících záležitostech. Obecně jsou zde popsány metody měření optických vedení a parametry měření sítí metalických. Krátce v rámci realizace jsou popsány možné komplikace, které ji doprovází. Popsána je zde i na příkladu konkrétního objektu metodika návrhu sítě. Před samotným předáním díla je celá infrastruktura analyzována a proměřena s výstupními protokoly v rámci certifikace celého systému společně s výstupy ve formě měřicího protokolu.

KLÍČOVÁ SLOVA

praxe, síťová infrastruktura, analýza sítě, měření parametrů na vedení, parametry sítě, návrh, projektová dokumentace

ABSTRACT

The aim of this diploma thesis is to look at the design of network infrastructure in practice. There are individual procedures, brands, standards that must be followed when designing. It includes a brief general overview of terminal elements, cable systems and related matters. In general, methods for measuring optical lines and parameters for measuring metallic networks are described here. The possible complications that accompany it are briefly described in the implementation. The network design methodology is also described here on the example of a specific object. Before the actual handover of the work, the entire infrastructure is analyzed and measured with output protocols within the certification of the entire system together with outputs in the form of a measurement protocol.

KEYWORDS

practice, network infrastructure, network analyze, measurement of network parameters, parameters of network, designing, project documentation

TOBOLKA, Lukáš. *Problematika návrhu síťové infrastruktury*. Brno, 2020, 64 s. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav telekomunikací. Vedoucí práce: doc.Ing. Václav Zeman, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že svou diplomovou práci na téma „Problematika návrhu síťové infrastruktury“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této diplomové práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a/nebo majetkových a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

Brno

.....

podpis autora

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval vedoucímu diplomové práce panu doc. Ing. Václavu Zemanovi Ph.D. za odborné vedení, konzultace, trpělivost a podnětné návrhy k práci. Dále pak panu Milanu Toporovi, který mi při návrhu síťové infrastruktury byl též nápomocen a ochoten spolupracovat. V poslední řadě pak společnosti Faurecia Pardubice za umožnění využití výstavby jejich nového závodu pro vzdělávací účely společně s developerskou společností DEMACO.

Brno

.....

podpis autora

Obsah

Úvod	11
1 Návrh síťové infrastruktury	12
1.0.1 Síťová infrastruktura v průmyslových objektech	12
1.0.2 Požadavky sítě a cíl realizace	12
1.0.3 Umístění datových rozvaděčů - serverovna	13
1.0.4 Datový rozvaděč	14
1.0.5 Páteřní rozvody	14
1.0.6 Podružné rozvody	15
1.0.7 Volba vhodných komponentů	15
1.0.8 Zakončení vedení	15
1.0.9 Napájení	16
1.0.10 Kabeláž	17
1.0.11 Nosné systémy kabeláže	17
1.0.12 Normy	17
1.1 Projektová dokumentace	19
1.1.1 Stupně, fáze a struktura projektové dokumentace	19
1.1.2 Desky	23
1.1.3 Rozložení výkresu	24
1.1.4 Legenda	24
1.1.5 Symboly a značky ve výkresu	24
1.1.6 Koordinace s ostatními profesemi	24
1.1.7 Výstup dokumentace	28
1.1.8 Autodesk AutoCAD	29
1.1.9 Autorizace	29
1.2 Realizace	30
1.3 Měření - optická vedení	30
1.3.1 Útlum na vedení	31
1.3.2 Měření útlumu - přímá metoda	31
1.4 Měření - metalická vedení	34
2 Praktická část	35
2.1 Projektová dokumentace	35
2.1.1 Tvorba struktury	35
2.1.2 Podklady a údaje pro projekt	37
2.1.3 Představení objektu	37
2.1.4 Požadavky dle standardu Faurecia - minimální	40

2.1.5	Zdroj připojení	41
2.1.6	Serverovna	41
2.1.7	Páteční rozvod	43
2.1.8	Podružný rozvod	43
2.1.9	Koncová zařízení	44
2.1.10	Požadavky na ostatní profese	44
2.2	Výstupní měření po realizaci	45
2.2.1	Měřicí přístroj WireXpert 4500 - metalická kabeláž	45
2.2.2	Měřicí přístroj MaxTester 945 - optická kabeláž	45
2.2.3	Rozbor naměřených parametrů	45
2.2.4	Důvody nedokonalostí	46
3	Závěr	50
	Literatura	51
	Seznam symbolů, veličin a zkratk	53
	Seznam příloh	54
A	Projektová dokumentace	55
B	Datasheet k měřákům	56
C	Fotodokumentace realizace	57
D	Protokoly měření	64

Seznam obrázků

1.1	Minimální rozměry serverovny v případě užití aktivních prvků	13
1.2	Minimální rozměry serverovny bez aktivních prvků	14
1.3	Ukočenci v datové zásuvce RJ-45	16
1.4	Ukončení v parapetním kanále	16
1.5	Kabelový žlab	18
1.6	Stupně projektové dokumentace vzhledem k fázím projektu	22
1.7	Příklad rozložení rozpisek na desky	23
1.8	Příklad rozložení razítka výkresu	25
1.9	Rozložení výkresu	26
1.10	Metoda měření dvou délek, zdroj:www.publi.cz	32
1.11	Schéma měření OLTS, zdroj:www.publi.cz	32
1.12	Znázornění měřicího přístroje pro metodu OLTS, zdroj:www.publi.cz	33
2.1	Rozdělení adresáře projektové dokumentace	35
2.2	Příklad výpisu základních souborů pro tvorbu projektové dokumentace	37
2.3	Hala Petra Faurecia, Zdroj: www.demaco.cz	38
2.4	Plán parku, Zdroj: www.demaco.cz	39
2.5	Interiér haly	39
2.6	Příčný řez uložení HDPE chráničky v zemi	42
2.7	Uložení komponentů v datovém rozvaděči	43
2.8	Schéma páteřní optické sítě	44
2.9	Ukázka výstupního měřicího protokolu optických propojů mezi roz- vaděči IDF	47
2.10	Ukázka výstupního měřicího protokolu optických propojů mezi roz- vaděči MDF a SDF	48
2.11	Ukázka výstupního měřicího protokolu metalických propojů a vedení	49
C.1	Realizace - trasy v podhledu	57
C.2	Realizace - pohled do rozvaděče IDF6	57
C.3	Realizace - pohled do rozvaděče IDF6	58
C.4	Realizace - napájecí panel + UPS IDF6	58
C.5	Realizace - kabelové stoupání	59
C.6	Realizace - trasy v podhledu	59
C.7	Realizace - označení datového rozvaděče IDF5	60
C.8	Realizace - pohled do rozvaděče IDF5	60
C.9	Realizace - pohled do rozvaděče IDF5	61
C.10	Realizace - trasa hala kabelovým žlabem (drátěný)	61
C.11	Realizace - příprava datových zásuvek v podhledu pro Wi-Fi	62
C.12	Realizace - kompletace patchpanelu	63

C.13 Realizace - připravenost pro osazení parapetního kanálu	63
--	----

Seznam tabulek

1.1	Přehled symbolů a značek ve výkresu	27
2.1	Příklad značení dokumentu v projektové dokumentaci	36
2.2	Shrnutí a přehled výčtu hodnot pro síťovou infrastrukturu	37
2.3	Rozměry HDPE chrániček optických kabelů [7]	41

Úvod

V rámci školní výuky jsme schopni spousty teoretických poznatků ověřit laboratorními pokusy a měřeními. Jakmile ale zabředneme následně do běžné praxe, tak zjistíme, že situace je mnohdy od laboratorních podmínek odlišná. Budeme se tedy pohybovat z větší části v oblasti běžné praxe, která je většině studentů, bohužel, mnohdy vzdálená. Teoretická část se zaměřuje na požadavky klienta a celkový požadavek na síťovou infrastrukturu, její využití a dimenzování po obdržení veškerých podkladů. Probereme si i typy úložných systémů, kabelových vedení, značení a zásady tvorby projektové dokumentace. Celý požadavek následně přeformulujeme a přeneseme do projektové dokumentace. Objektem, který nám poslouží jako demonstrativní příklade, je výrobně — skladovací hala společnosti Faurecia ve městě Pardubice. Začneme požadavkem klienta, potažmo investora, na celou instalaci. Při tvorbě projektové dokumentace je nutné však dodržovat spoustu pravidel, která si ukážeme a obvykle to znamená i řadu kompromisů. Jakmile si odsouhlasíme projektovou dokumentaci, přejdeme k samotnému postupu realizace, kde budou popsány jednotlivé fáze stavby. Proč a jak jsou tyto fáze voleny. Uvedeme si typy uložení, umístění a způsoby instalace kabelových tras. Zvolíme vhodně prvky sítě tak, aby splňovaly požadavky na síť a její součásti. Jakmile budeme mít dílo zrealizováno, budeme provádět analýzu a měření instalovaných slaboproudých rozvodů. Výstupem bude obecný popis metodiky návrhu síťové infrastruktury a projektová dokumentace společně s naměřenými výsledky, jejich analýzou a analýzou metod jednotlivých parametrů, které se v běžné praxi používají, a které byli použity při analýze této stavby.

1 Návrh síťové infrastruktury

Pro návrh síťové infrastruktury je důležité si objasnit pár pojmů a základních znalostí, které je třeba dodržovat. Tato práce bude uvažovat síťovou infrastrukturu v průmyslových objektech. V první fázi se jedná o požadavek na realizaci sítě, která má dle potřeb zákazníka splňovat jistá očekávání a jistou funkčnost. Nejprve je tedy převzít veškeré podklady od zákazníka. Následně se informace předá na projektanta nebo projekční společnost dle konkrétní profese. V našem případě jsou to slaboproudé instalace. I projektant se musí držet jistých standardů, respektive českých technických norem Kap. 1.0.12. Proto zde bude popsána struktura a princip návrhu projektové dokumentace. Představíme si tu zde i pomocníky při projektování jako jsou textové editory pro tvorbu textové části a CAD program pro tvorbu výkresové části. Následně je důležité vědět proč a za jakým účelem dokumentaci tvoříme, tudíž jsou vysvětleny stupně projektové dokumentace a co všechno musí obsahovat. Popíšeme si zásady realizace od kabelových nosných konstrukcí sítí a tahání kabeláže. Do realizace nám zasahují případně vnější vlivy ve formě komplikace z hlediska prací ostatních profesí. Na konci každé realizace je analýza a kontrola celého systému. Probereme si možnosti kontroly a související metody především při měření vlastností a veličin.

1.0.1 Síťová infrastruktura v průmyslových objektech

V průmyslových objektech se jedná o specifickou instalaci síťové infrastruktury v rámci slaboproudých rozvodů například oproti domovním instalacím. Dle rozlohy objektu uvažujeme buď vedení metalické, které tvoří čtyřpár v provedení UTP, FTP a další. Postačí v případě, že délky vedení mezi jednotlivými rozvaděči či částmi objektu se pohybují do 100 m. Pro případ požadavku na delší vedení volíme pak technologii optického přenosu, kde na "kratší" vzdálenosti uvažujeme optické vlákno typu multimode. "Delší" následně singlemode. V rámci průmyslových objektů zpravidla volíme optický přenos mezi rozvaděči a metalickou kabeláž jako zdroj připojení pro koncová zařízení. Způsob uložení se nijak zvlášť však neliší, je třeba u metalické kabeláže z hlediska uložení a vedení si dát pozor na souběh slaboproudého vedení s vedením nízkého napětí. Veškerá vedení často bývají ukončeny jako volný vývod s koncovkou RJ-45 či jako datová zásuvka, ať se jedná o jedno/dvoumodulovou záležitost.

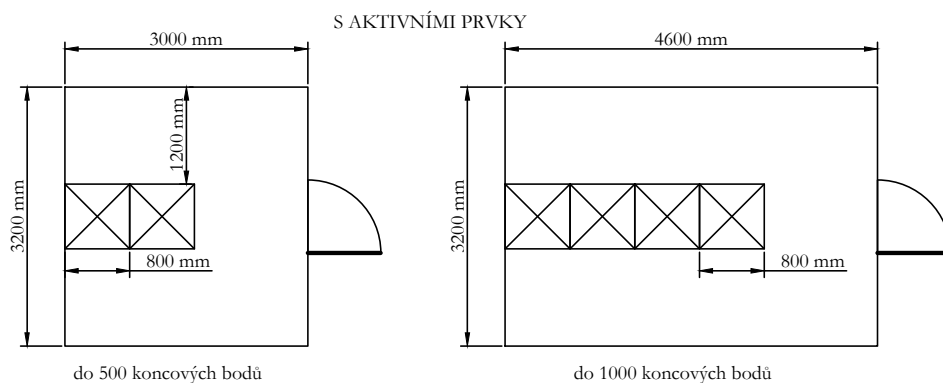
1.0.2 Požadavky sítě a cíl realizace

Jak již bylo výše zmíněno síť je tvořena dle požadavku zákazníka. Pro tvorbu síťové infrastruktury potřebujeme znát pár informací. Zásadním a základním je zjištění

požadované rozlohy sítě. To navazuje na požádání si o zaslání půdorysu objektu ve formě výkresu. Čím více detailů bude výkres obsahovat, tím jednodušší bude návrh. Ať se jedná o užití materiály, výšky místností, rozlohy místností, konkrétní umístění pracovišť či umístění technologických zařízení ve výrobě. Z toho následně jsme schopni zjistit počty účastníků v síti, volit kabeláž a velikost datových rozvaděčů či variantu aktivních prvků v rozvaděči. Projektant také musí brát v úvahu vzdálenosti přenosových tras. Často jsou i určeny místnosti pro umístění hlavního mozku sítě což je místnost serverovny. Bude zde také zmíněn proces zhasnění serveroven pro případ, že by v prostoru serverovny došlo k požáru.

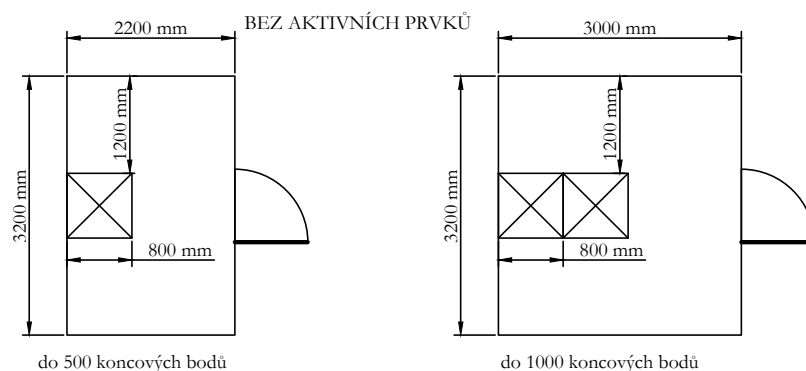
1.0.3 Umístění datových rozvaděčů - serverovna

Místnost určena pro umístění hlavních datových rozvaděčů sítové infrastruktury. Standartním rozměr těchto rozvaděčů činí 800x1000 mm. Dle ČSN EN 50174-2 ed. 3 je třeba od profese stavba mít připravenou místnost o doporučených rozměrech pro místnosti obsahující skříně, otevřené rámy nebo regály pro umístění aktivních prvků spolu s kabelážními součástmi. Pro zajištění dalšího prostoru na instalaci a údržbu zařízení musí být minimální rozměry místnosti pro umístění skříní/otevřených rámu/regálů obsahujících do 500 koncových bodů 3200 mm (délka) × 3000 mm (šířka) Obr. 1.1 [9]. Pro více než 500 koncových bodů musí být minimální veli-



Obr. 1.1: Minimální rozměry serverovny v případě užití aktivních prvků

kost místnosti zvětšena o 1600 mm podél řady skříní pro každou další skupinu do 500 koncových bodů k umístění dalšího prostoru pro spojovací technické prostředky, správu šňůr a aktivní zařízení. Pro místnosti obsahující skříně, otevřené rámy nebo regály pouze pro umístění kabelážních musí být minimální rozměry místnosti k umístění skříní/otevřených rámu/regálů až do 500 koncových bodů 3200 mm (délka) × 2200 mm (šířka) Obr. 1.2 [9].



Obr. 1.2: Minimální rozměry serverovny bez aktivních prvků

1.0.4 Datový rozvaděč

Sám o sobě není nijak užitečný, jakmile jej ale naplníme aktivními prvky, rozbočovači a dalšími zařízeními, dokáže nám jej v něm dokonale uspořádat a umožnit tak jimi obsluhu celé sítě. Soustředíme do něj veškerou kabeláž. Můžeme pomocí nich členit síť pro různá podlaží, části objektů, místností nebo technologií. Vyrábí jej nespočet společností. Některé jsou méně některé více kvalitní, některé jsou cenově dostupnější, některé nikoliv. Liší se především ve velikosti, provedení a užitých materiálech při výrobě. Zásadní je také vhodně navržené umístění případně odtah za účelem chlazení. V případě velkých rozlehlých serveroven je v součinnosti s pasivním či aktivním větráním samotného rozvaděče i chlazení a větrání v serverovně profese VZT. Dělíme jej dle způsobu instalace a velikosti v měřítkách U. Je to jednotka, která nám na první pohled o daném rozvaděči vypoví množství možného osazení komponent jako jsou patchpanely, aktivní prvky, vyvazovací panely... V rámci názornosti si představme, že 1U je jeden patch panel. Datové rozvaděče typu:

- Stojanový rozvaděč Oceloplechová skříň, která je konstrukčně uzpůsobena k postavení na pevný podklad a zakotvení do země. Takovéto skříně jsou zpravidla o velikosti od 22U do 47U. Drobné rozdíly můžeme vidět v rámci výrobce. Opatřeny prosklenými dveřmi se zámkem.
- Nástěnný rozvaděč Oceloplechová skříň uzpůsobena narozdíl od stojanového provedení pro montáž na příčku či stěnu. Často je možné jej i zavěsit na strop pomocí závitových tyčí s nosníky. Opatřeny prosklenými dveřmi se zámkem.

1.0.5 Páteří rozvody

Páteřním rozvodem myslíme hlavní rozvod v rámci objektu, který distribuuje potřebný provoz do pomyslných větších celků. Tyto celky jsou zpravidla velkých vzdáleností tudíž užíváme technologie optických vláken. Jsou uloženy v kabelových per-

forovaných, plných nebo drátěných žlabech, které jsou zavěšeny závěsy ze závitové tyče a nosníku za trapézový plech pomocí vhodného spojovacího materiálu. Sjezdy k datovému rozvaděči obvykle pomocí kabelového žebříku a příchytěk SONAP. Ukončeny v podružném datovém rozvaděči respektive v RACKU, odkud pak už probíhají podružné kabelové trasy ke koncovým prvkům a zařízením v síti. Často jsou z hlediska velkých vzdáleností vedení v rámci průmyslových objektů využívána optická vlákna.

1.0.6 Podružné rozvody

Kabelové trasy, které už ve většině případů slouží k připojení koncového zařízení do sítě. Přenosovým médiem je už metalická kabeláž s koncovým konektorem RJ-45. Uložení je opět v kabelových žlabech pro větší množství kabeláže, v jiném případě již poslouží parapetní kanál, kabelové příchytky či běžná plastová PVC trubka zakončena zásuvkou. Vedení, jejichž počátek je v podružných rozvaděčích (pokud jej uvažujeme v rámci projektové dokumentace). Zpravidla jej dáváme dle požadavku na strukturu a rozložení distribuce připojení objektu. Současně pak z hlediska délek vedení. Nejjednodušším řešením je umístit podružné rozvaděče na hranice pomyslných oblastí objektu, abychom efektivně a spolehlivě pokryli co největší částí objektu. V průmyslových výrobních nebo skladovacích objektech se zpravidla jedná o umístění skříňového provedení samostatně stojící ke sloupu. Druhou variantou je pak závěsné řešení na stěnu respektive betonový sloup. Z hlediska údržby a přístupnosti je však lepší volit stojanový rack, z hlediska kapacity taktéž. Odvody pro tyto skříně jsou následně realizovány pomocí nosných systémů Kap. 1.0.11.

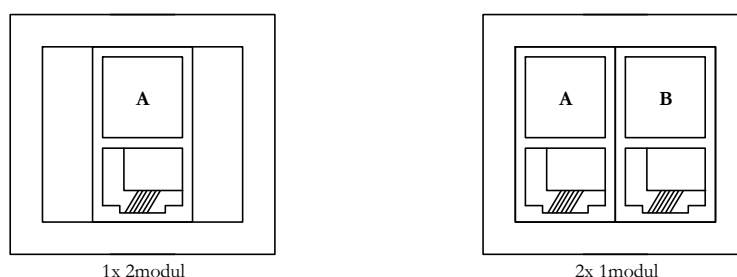
1.0.7 Volba vhodných komponentů

V případě přenosových médií je třeba zjistit požadavek přenosové rychlosti. Standardem je UTP CAT5E PVC, kde přenosová kapacita je 10 Gb/s. Není však na sto procent garantováno. Je nutno říci, že tento typ kabeláže je základem, který je samozřejmě z důvodu nízké ceny využíván. Je totiž dostačující pro trasy ke koncovým zařízením v rámci podružných tras. Zakončeno obvykle pomocí koncovky RJ-45.

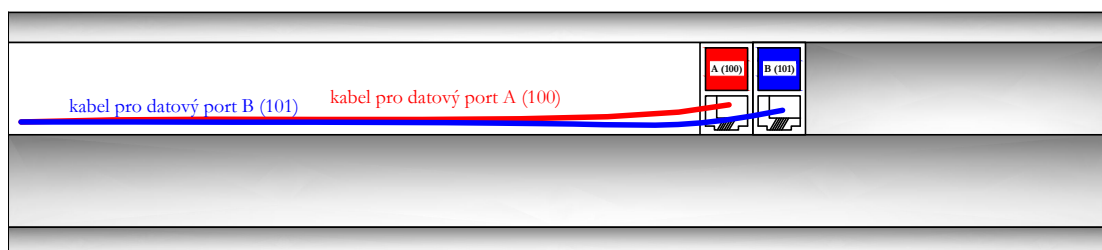
1.0.8 Zakončení vedení

Obvykle jsou jimi datové zásuvky jednomodulové či dvoumodulové, kabelové vývody ukončené pomocí konektoru RJ-45. Základním rozhodovacím faktorem je kabeláž, kterou jsme užili v případě rozvodů. Pro případ, že jsme využili CAT5E, musíme osadit totožný typ kabeláže s totožným typem keystone. Instalace tzv. jednomodulových a dvoumodulových datových zásuvek. Buď umístěno v samostatné zásuvce

Obr. 1.3. nebo v parapetním kanálu Obr. 1.4. Datové vývody je potřeba však číslovat pro orientaci a přehlednost v průběhu realizace. Nejčastěji značeno xx/x. To znamená, že xx je číslo datového rozvaděče, ze kterého je daný datový port obsluhován a x je pořadové číslo datové zásuvky. Číslování je ideální v rámci racku udržovat stejné. Například 1 - 100 viz projektová dokumentace v příloze Kap. A.



Obr. 1.3: Ukočnění v datové zásuvce RJ-45



Obr. 1.4: Ukončení v parapetním kanále

1.0.9 Napájení

Požadavek na napájení je na profesi elektro silnoproud, kteří připraví vývod 1 fázový vývod 230V/16A z podružného silnoproudého rozvaděče se samostatným jištěním 1/16A/B. V datovém rozvaděči je následně umístěna klasická zásuvka SIL, do které připojíme rozbočovací PES zpravidla s přepětovou ochranou, kde z jedné zásuky máme rázem 6 - 7. Z těchto zásuvek často napájíme některý z aktivních prvků, pokud to vyžadují. Existuje možnost, že je využíván záložní zdroj energie. Principiálně se jedná o stejný postup avšak mezičlánkem je záložní zdroj elektrické energie tzv. UPS.

Pomáhá zajistit stabilitu a spolehlivost sítě v případě výpadku elektrické energie v distribuční síti.

1.0.10 Kabeláž

Pro tyto typy instalaci existují 2 typy vodičů. Nestíněné a stíněné. Je třeba brát tuto vlastnost v úvahu z hlediska vzájemného ovlivňování. Kabeláž musí být navrhována a realizována pouze v souladu s pokyny výrobců a dodavatelů. Byly vypracovány normy pro zkoušení výrobků, aby se stanovily vlastnosti za takových podmínek. Důležitými hodnotami pro nás jsou $R(\Omega/m)$ - útlum na vedení a $D(m)$ - průměr drátu. Spojovací technické prostředky splňující tyto normy by měly být používány v nových instalacích kabeláže, aby se podporovalo dálkové napájení tam, kde se může vyskytnout rozpojování konektorů při zatížení. Jestliže se však očekává vykonávání opakovaného rozpojování konektorů při zatížení, pak musí být řešením použit zmírnění technického a/nebo obchodního dopadu jakéhokoliv elektrického poškození, které se může vyskytnout [10]. Opatření pro zmírnění smluvního dopadu zahrnuje štítkování a upozornění na styčných bodech.

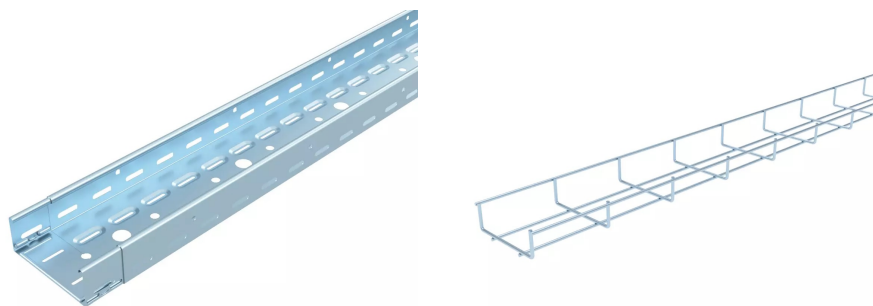
1.0.11 Nosné systémy kabeláže

Každý nosný systém je nápomocný při uložení kabeláže. Je třeba dbát pokynů výrobce ohledně zatížení a instalace, aby splnil požadavky na instalaci, českou normu, spolehlivost a hlavně funkčnost. Výchozím údajem pro návrh vhodné konstrukce jsou pokyny poskytnuté výrobcem nebo dodavatelem příslušenství. Závěsy stávající či nové musí být schopny plnit svoji funkci. Nosným kabelovým systémem je také parapetní kanál Obr. 1.4. Pokud se tak neděje je nutná výměna či doplnění. Nosné systémy se musí zanechat čisté a zbavené překážek se všemi dělicími přepážkami a spojovacími díly usazenými před zahájením instalace kabeláže.

Kabelové příchytky, vodící kladky nebo dočasné konstrukce (pro usnadnění instalace kabeláže) musí být připevněny tam, kde je to nezbytné. [10] Podpory s drsným povrchem (například táhla se závity) instalované uvnitř prostoru pro uložení kabeláže musí mít částí uvnitř nosných systémů chráněné hladkými krytkami bez nebezpečí poškrábání tak, aby mohly být kabely zatahovány bez nebezpečí fyzického poškození.

1.0.12 Normy

Soubor pravidel a standardů pro sjednocení datových, kabelážních a dalších systémů budov. Jsou vydávány standardizačními organizacemi, které je za poplatek distribují, či aktualizují dle současných technologických požadavků a nově přicházejících



(a) Perforovaný,
zdroj:www.topservis.cz

(b) Drátěný, zdroj:www.topservis.cz

Obr. 1.5: Kabelový žlab

technologií. Tyto standardy jsou celosvětově velmi podobné s drobnými odlišnostmi. Kupříkladu dokumenta ISO/IEC definují tzv. třídy vedení. Kdežto ANSI / EIA / TIA udávají vlastnosti pro jednotlivé komponenty [2]. Jsou základem jak pro projekci tak samotnou realizaci.

ANSI

Standardizační organizace *American National Standards Institute* (ANSI) v rámci USA, která svůj první standart vydala v roce 1991 a týkala se telekomunikací.

ISO

The International Organization of Standardization (ISO) je nejrozšířenější a nejdůležitější standardizační organizace, která je využívána mezinárodně. První norma byla schválena v roce 1995 a byla jí ISO/IEC 11801, která se týkala požadavků na strukturovanou kabeláž.

EN

European norms (EN) funguje v rámci celé Evropy. Zajišťována je organizací Cenelec. Česká republika je členem této organizace a jsou i z evropských norem odvozovány a přebírány ČSN [2].

ČSN EN

Jsou to normy, které jsou platné a vydáné na území České republiky. Slaboproudými rozvody se zde zabývají normy:

- ČSN 34 2300: Předpisy pro vnitřní rozvody sdělovacích vedení

- ČSN EN 50 173–1: Informační technologie - Univerzální kabelážní systémy - Část 1:Všeobecné požadavky
- ČSN EN 50 173–2: Informační technologie - Univerzální kabelážní systémy - Část 2:Kancelářské prostory
- ČSN EN 50 173–3: Informační technologie - Univerzální kabelážní systémy - Část 3:Průmyslové prostory
- ČSN EN 50 173–4: Informační technologie - Univerzální kabelážní systémy - Část 4:Obytné prostory
- ČSN EN 50 173–5: Informační technologie - Univerzální kabelážní systémy - Část 5:Datová centra
- ČSN EN 50 174–1: Informační technologie - Instalace kabelových rozvodů - Část 1: Specifikace zabezpečení kvality
- ČSN EN 50 174–2: Informační technologie - Instalace kabelových rozvodů - Část 2: Projektová příprava a výstavba v budovách
- ČSN EN 50 174–3: Informační technologie - Instalace kabelových rozvodů - Část 3: Projektová příprava a výstavba vně budov
- ...a další

1.1 Projektová dokumentace

Základem každé rozlehlé výstavby je projektová dokumentace. Projektová dokumentace obsahuje (dle kvality zpracování) z technického hlediska údaje o celé stavbě v zastoupení profesí. Je tedy velice důležitá při koordinaci mezi profesemi při realizaci. Projektová dokumentace je jedna z prvních fází výstavby objektu. Po jejím vytvoření ji získá stavební úřad jako podklad pro udělení stavebního povolení. Vyžaduje však pro celkovou funkčnost dodržovat jistá pravidla a struktury při její tvorbě. Vydává se v různých stupních a je v dnešní době už zpravidla zpracovávána elektronicky. Softwaru na tvorbu 2D výkresů je nespočet. Jedním z nejznámějších je AutoCAD od společnosti Autodesk.

1.1.1 Stupně, fáze a struktura projektové dokumentace

Projektovou dokumentaci dělíme dle účelu a rozsahu do několika stupňů. Pro zjednodušení budeme uvažovat projektovou dokumentaci za profesi elektro. Pro získání dokumentace pro vydání společného povolení nachází projektová dokumentace elektro v oddělení D Dokumentace objektů a technických a technologických zařízení.

Přesněji v části dle vyhlášky 405/2017 D.1.4 Technika prostředí staveb Dokumentace určí zařízení a systémy v technických podrobnostech dokládajících dodržení normových hodnot a právních předpisů. Vymezí základní materiálové, technické a

technologické, dispoziční a provozní vlastnosti zařízení a systémů. Uvede základní kvalitativní a bezpečnostní požadavky na zařízení a systémy. Dokumentace se zpravidla zpracovává pro jednotlivé části podle konkrétní stavby a obsahuje zejména:

- zdravotně technické instalace
- vzduchotechnika a vytápění, chlazení
- měření a regulace
- silnoproudá elektrotechnika (okrajově i tento)
- elektronické komunikace (toto je náš případ)
- vyhrazená technická zařízení
- vyhrazená požárně bezpečnostní zařízení a další.

Názvy souborů a číslování výkresů

Pro přehlednost a orientaci v projektové dokumentaci je potřeba volit správné názvy souborů včetně číslování. Každá část v názvu souboru má svůj význam. Přehled všech souborů včetně jejich popisu je pak vyobrazen v registru dokumentace. Konkrétní případ je uveden v Tab. 2.1.

Textová část

Zahrnuje popis projektové dokumentace pomocí textu. Tvoříme v textovém editoru typu Microsoft Word. V této části v této podobě je tvořena primárně technická zpráva, u které je zapotřebí splnit základní body, které by měl obsahovat.

Registr dokumentace

Dokument někdy zvaný i jako seznam dokumentace obsahuje soupis dokumentů a výkresů v rámci projektů dle profese, obchodních souborů. Jednotlivé soubory na titulní straně opatřeny rozpiskou, kde je uvedeno číslo dokumentu v rámci registru, respektive projektové dokumentace.

Technická zpráva

Popisuje systém instalace v podobě dokumentu. Samozřejmě je potřeba dodržet potřebné náležitosti, které musí obsahovat. Součástí tedy je:

- Výpis použitých norem - normových hodnot a předpisů
- Výchozí stavební podklady a stavební program
- Požadavky na profesi - zadání
- Popis navrženého řešení a dimenzování
- Popis funkce a uspořádání a instalace systému
- Bilance energií

- Zásady ochrany zdraví
- Bezpečnosti práce při provozu zařízení
- Ochrana životního prostředí
- Požární opatření
- Požadavky na postup realizačních prací a podmínky projektanta pro realizaci díla, jeho uvedení do provozu a provozování během životnosti stavby.

Výkresová část

Zahrnuje soubory výkresů tvořených v aplikacích typu CAD. Často se jedná o vykreslení pozic rozvaděčů, páteřních a podružných tras až po umístění koncových prvků. Dle výkresu se pak řídí realizace. Popisuje systém instalace v podobě výkresu a je nutné v něm uvést:

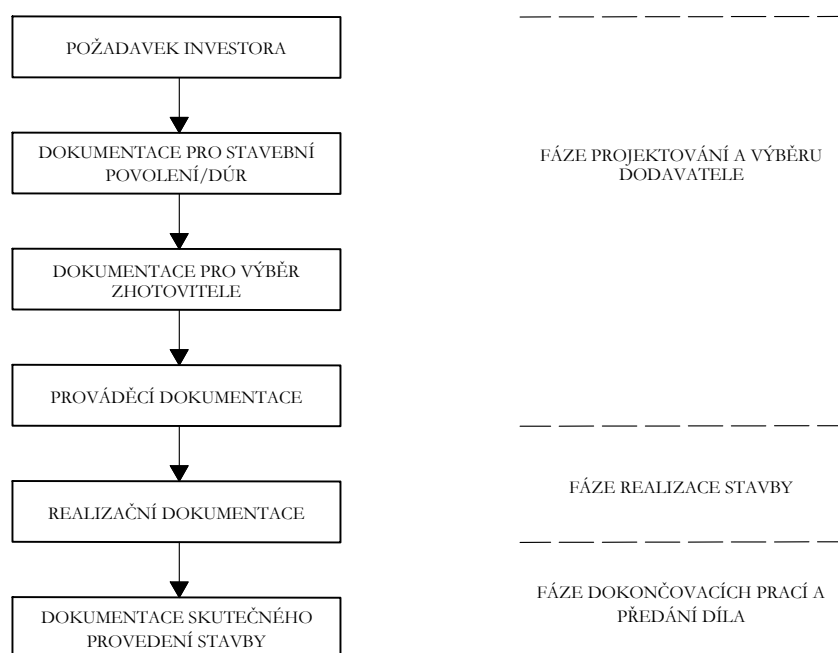
- Umístění a uspořádání rozhodujících zařízení, strojů, základních mechanických komponentů, zdrojů energie, apod...
- Základní vymezení prostoru na jejich umístění ve stavbě
- Základní přehledová schémata rozvodů a zařízení
- Základní technologická schémata
- Půdorysy páteřních potrubních a kabelových rozvodů v jednočarém provedení, přípojovací potrubí a kabelové rozvody ani koncové prvky se nezobrazují
- Seznam přístrojů a zařízení

Stupně projektové dokumentace

Dle příloh č. 1 - 5 vyhlášky 499/2006 Sb. lze rozlišit různé stupně dokumentace za určitým účelem:

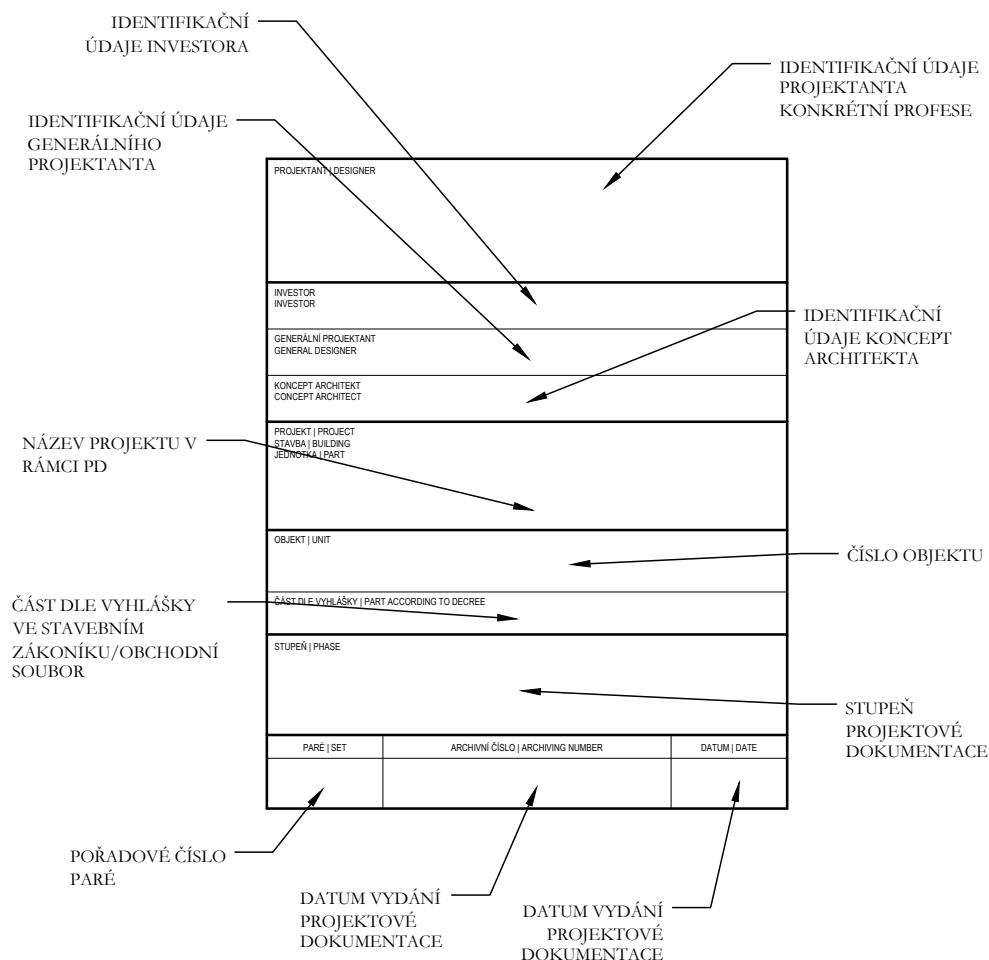
- **Studie stavby (STS)** - je zkratka pro studii nebo i přípravné práce. Není v rámci projektu nijak obsáhlá, jde víceméně pouze o přednesení plánovaného řešení pro investora nebo klienta.
- **Dokumentace pro územní rozhodnutí (DÚR)**- dokumentace pro vydání územního rozhodnutí, což znamená, že investor či zástupce investora touto dokumentací žádá o povolení pro umístění stavby.
- **Dokumentace pro stavební povolení (DSP)** - dokumentace, která je tvořena a důležitá za účelem žádosti a získání stavebního povolení od stavebního úřadu. Je to první dokumentace, kde se objevují ve větší míře větší detaily ve spojitosti s řešením instalací a systémů jednotlivých profesí. Zkoumají se například i vlivy na životní prostředí.
- **Tendrová dokumentace/Dokumentace pro výběr zhotovitele (TD)** - tendrová dokumentace neboli dokumentace pro výběr zhotovitele je důležitá ze strany investora, kde se dokumentace opět detailněji rozebere a doplní se

o výkaz výměr. Je důležité se však i řídit dle prováděcí vyhlášky č. 169/2016 Sb. k zákonu o zadávání veřejných zakázek č. 134/2016 Sb. Výkaz výměr je seznam komponent a položek potřebných k instalaci v rámci jednotlivých profesí. Zpravidla investor nechá zpracovat od projektanta příslušné výkazy výměr k jednotlivým profesím. Jakmile je všechny shromáždí, rozešle je na dodavatele, kteří následně daný výkaz výměr doplní a zašlou nazpět s cenovou nabídkou. Řízení pro výběr zhotovitele je vždy ke konkrétnímu datu, kdy se rozhoduje, která cenová nabídka investora nejvíce zaujme. Respektive, která je nejlevnější v porovnání kvality a referencí dodavatelské společnosti a jiné.



Obr. 1.6: Stupně projektové dokumentace vzhledem k fázím projektu

- **Dokumentace provedení stavby (DPS)** - projektová dokumentace, která opět detailněji popisuje stavební řešení za všechny profese. Není však ještě určena pro konkrétního dodavatele. Určena pouze pro investora k doplnění posledních požadavků a dokončení.
- **Realizační dokumentace stavby (RDS)** - tato dokumentace slouží jako podklad k realizaci pro dodavatele, kteří byli vybráni v řízení pro výběr zhotovitele a začínají dle ní montážní práce. Ve většině případů se prolíná však s prováděcí dokumentací, jelikož jsou obě téměř totožné.
- **Dokumentace skutečného provedení stavby (DSPS)** - po kompletní



Obr. 1.7: Příklad rozložení rozpisek na desky

realizaci je potřeba vše co bylo zrealizováno zaznamenat v podobě skutečného provedení stavby. Obsahuje veškeré známé údaje o stavbě v detailní podobě. Je důležitá za účelem kolaudace objektu. Pokud proces kolaudace je schválen je následně již možné předat dílo investorovi respektive klientovi ke zkušebnímu provozu či užívání.

1.1.2 Desky

Jsou hlavním fyzickým nosičem kompletní projektové dokumentace. Umisťuje se na něj základní zjednodušené razítko, které je umístěno na titulní straně. Obsahově se jedná o zjednodušené razítko na výkresu. Konkrétně každou profesi zajímá pouze okénko, kde doplní projektant své identifikační údaje, ostatní je již předpřipravené. Příklad rozložení Obr. 1.7.

1.1.3 Rozložení výkresu

Každý výkres má vždy strukturu dle normy. Základním formátem je A4 či jeho násobky. V pravém dolním rohu je umístěno razítko výkresu, které je důležité pro identifikaci výkresu. Obsahuje název stavby, investora, projektanta, datum vypracování, stupeň dokumentace a číslo výkresu. Případně ještě tabulku k revizím. Příklad Obr. 1.8 a Obr.1.9.

Orámování, které je často na výkresech vidět slouží jako vodící linky pro skládání. Skládáme zpravidla opět na formát A4, tento formát má většina desek, které slouží pro předání v papírové formě. V praxi se dělá tak, že má projektant už nadefinované layouty na výkresy a pouze upravuje vyobrazení v rámci výkresu.

1.1.4 Legenda

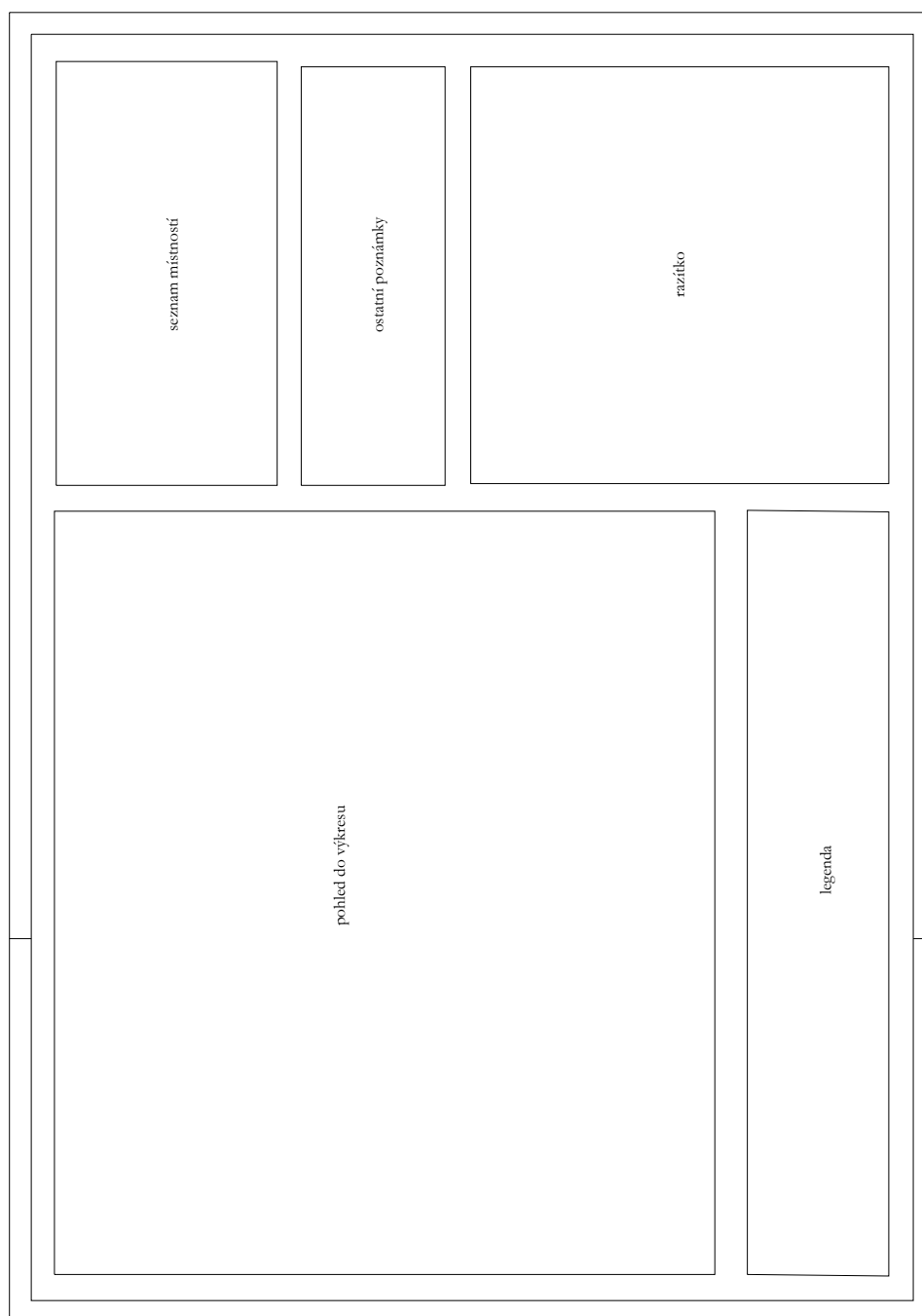
Slouží pro informativnost nezávislého čtenáře ohledně symbolů a značek Kap. 1.1.5 ve výkresu. Obvykle ji umístíme do pravého horního rohu v rámci rozložení výkresu. Počet položek není nijak omezen. Jsou v ní obsaženy téměř všechna vysvětlení od užitých symbolů, značek až po čáry a křivky.

1.1.5 Symboly a značky ve výkresu

Na každý elektro výkres je potřeba zaznamenat spousta informací. Kdybychom ale psali do výkresu dlouhé texty, s obtížemi by se v něm někdo vyznal. Proto existují symboly, které jsou ve většině případů zažity mezi projektanty a realizačními firmami. Pro případ nouze je vždy také součástí legenda, která dává čtenáři možnost zjistit význam značky či další doplňující informace. Uvedeny jsou zde základní symboly a značky v rámci půdorysu Tab. 1.1. Samozřejmě to není dogma, každý projektant má svůj styl značení. To například znamená, že můžeme kabelový žlab místo dvou rovnoběžných čar označit jednou tlustou souvislou. Je potřeba v rámci legendy však popsat. Je potřeba také myslet na situaci, kdy nebude možnost tisk na barevné tiskárně => využití různých typů čar.

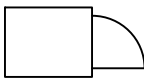






1.1.6 Koordinace s ostatními profesemi

Při realizaci rozvodů strukturované kabeláže nejsme jedinou profesí, která zde instaluje svá zařízení. Je tedy potřeba si dohodnout mezi sebou, jak a kde bude každá profese svá zařízení instalovat. Často se i stává, že zařízení jsou mezi sebou provázány v rámci návazností. Za účelem splnění tohoto účelu se používá pojem koordinace, kde dochází k řešení právě těchto záležitostí. Projektant stk si zpravidla zašle požadavek na ostatní profese o zaslání jejich projektových dokumentací, případně je



Obr. 1.9: Rozložení výkresu

Tab. 1.1: Přehled symbolů a značek ve výkresu

Grafická podoba	Název	Poznámka
	Datový rozvaděč/rack	Lze i jako na Obr. 1.2
	Datová zásuvka 1/2 porty	
	Kabelové klesání	
	Kabelové stoupání	
	Kabelový žlab	Lze také jako tlustá čára
	Kabelová trubka	Lze různě barevně odlišit
	Parapetní kanál	Lze různě barevně odlišit

vytváří v součinnosti. Z hlediska silnoprůdu se jedná o umístění napájení pro zařízení v datových skříních. V případě vzduchotechniky o chlazení místnosti serverovny a další... V potaz je potřeba brát následující profese:

Silnoprůdá elektroinstalace (SIL)

Silnoprůdá elektroinstalace je klíčovým nástrojem pro funkčnost slaboprůdé elektroinstalace respektive funkčnost síťové infrastruktury. Zajišťuje napájení většiny aktivních prvků a zařízení. S profesí silnoprůdu obvykle vzniká souběh v rámci kabelových tras. Tyto trasy mají své specifická řešení. Ta si probereme v jiné kapitole.

Vzduchotechnika (VZT)

Je profese, která se zabývá vším co zahrnuje úpravu a přívod či odvod vzduchu. Například odtahy tepla z místností, trafostanic v případě SIL a VN trafostanic. V letních obdobích zajišťuje v objektech, at' obytných či průmyslových chlazení, za účelem udržení přijatelné pokojové teploty z důvodu horka. V zimě je z většiny opačný problém. Vzduchotechnika a její zařízení nejsou však primárně určeny pro vytápění. Proto v rámci vytápění je výhodnější využít řešení od profese ZTI. Častokrát jsou i součástí požární ochrany staveb.

Stabilní hasicí zařízení (SHZ)

Jedna z důležitých profesí, které zajišťují případnou okamžitou reakci na vzniklý požár. V případě vzniku totiž dojde po detekci pomocí speciální hlavice (sprinklery) k započetí hašení požáru. Rozvody jsou provedeny pomocí ocelových potrubí na stropech objektů. Toto potrubí obsahuje hlavice, ze kterých v případě požáru začne pronikat voda ven za účelem uhašení požáru. Hasícím přípravkem respektive hasivem je buď voda nebo speciální hasicí pěna či plyn, který je pod vysokým tlakem hnána a udržován v potrubí. Zdrojem hasiva jsou nádrže umístěné v areálu objektu s velkoobjemovým vysokotlakým čerpadlem. Objemově se jedná o zásobu několika tisíc litrů hasiva. Občas se můžeme setkat s tímto typem hašení v rámci serveroven, kde hasivem je plyn inergen, který v případě detekce požáru uvolní do místnosti hasivo, které udusí požár.

Samočinné odvětrávací zařízení (SOZ)

Synonymem je také zkratka ZOKT. Je požárně bezpečnostní zařízení, jehož funkce je při požáru odvod tepla a kouře z objektu. Tím lze snížit následky na škody zapříčiněné požárem.

Zdravotně technické instalace (ZTI)

Úkolem ZTI je zajistit vy, rámci objektu zásobování vodou, plynem a odvádění odpadních vod. Potažmo jsou to instalační sítě, které přinášejí nezbytné hmoty. Často je třeba uvažovat při návrhu koordinaci mezi dispozičním řešením a architekturou. Zahrnuje: vodovody, plynovody, kanalizace, návrhy plynových spotřebičů. Zajišťují rovněž vytápění v podobě plynu či elektro.

1.1.7 Výstup dokumentace

Po vytvoření dokumentace zbývá už jen danou dokumentaci uložit ve formátu vhodném pro sdílení mezi ostatními účastníky. V dnešní době je primárním formátem

soubor s příponou .pdf *Portable Document File* (PDF). Dle registru seřazené dokumenty následně zašleme do tisku, či si jej sami vytiskneme, vložíme do desek s příslušnou rozpiskou. V případě požadavku na autorizaci necháme příslušným projektantem elektro s *Česká komora autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě* (ČKAIT) oprávněním překontrolovat a autorizovat. Výslednou verzi následně tiskneme do několika paré, zjednodušeně řečeno kopií, které mají své pořadové číslo.

1.1.8 Autodesk AutoCAD

Software pro tvorbu technických výkresů pro projektování a konstruování ve 2D a 3D rozměru. Ideální je však spíše pro 2D návrhy. Užíván je napříč všemi profesemi od architektů přes elektriky, vzduchotechniku po vytápění. Je důležitým nástrojem při koordinacích a jeho výhodou je výstupní formát jeho souborů určených k úpravě. Jedná se o soubor s koncovkou .dwg. Tento typ souborů je veřejným standardem při tvorbě jakékoli dokumentace a jejího sdílení. V tomto programu dokážeme kreslit a nadefinovat výkres v konkrétním měřítku, které se dá dále upravovat dle požadavku na výstup ze souboru. Obvykle se jedná o soubor s koncovkou .pdf. Je základem pro nástavby dalších programů od této společnosti [12]. Existuje i mnoho alternativ, které plní stejnou funkci. Licenci lze zakoupit ve 2 verzích, mnoha lokalizacích a to je AutoCAD (plná verze), která vám po zakoupení umožní využít všech funkcí, které vývojář do tohoto softwaru zakomponoval. Je však dražší. Levnější a trochu "ořezanější" variantou je AutoCAD LT. Je odepřen přístup k několika funkcím, které obsahuje AutoCAD, nemají dle mé zkušenosti až takový vliv na produktivitu pro návrh elektroinstalace.

V současné době se však začíná do popředí dostávat systém *Building Information Modelling* (BIM). Jedná se o informační model budovy. Inteligentní proces pro tvorbu a správu projektů založený na modelu. Na rozdíl od AutoCADu je více zaměřen na 3D prostor. Umožňuje a usnadňuje výměnu informací v rámci procesu návrhu projektu, výstavby a používání budovy. Umožňuje tvořit a spravovat projekty pozemních a inženýrských staveb infrastruktury - rychleji, ekonomičtěji a s nižším dopadem na životní prostředí. Moderní softwarové nástroje pomáhají naplňovat procesy a metodiku BIM [6]. Produkt společnosti Autodesk se nazývá Revit.

1.1.9 Autorizace

V České republice je dle stavebního zákona autorizace nutnou podmínkou pro výkon vybraných činností, jejichž výsledek ovlivňuje ochranu veřejných zájmů ve výstavbě [5]. Organizace, která tuto zásadu monitoruje je ČKAIT. Jedná se o soubor autorizovaných osob neboli techniků a technických inženýrů, kteří splnili kritéria pro přidělení

oprávnění autorizační autoritou. Pro záskání je nutné složit zkoušku odborné způsobilost. Osoba s autorizačním oprávněním se nazývá autorizovaná osoba. Autorizovaný inženýr nebo autorizovaný technik činný v oblasti realizace staveb může používat označení autorizovaný stavitel. Označení autorizovaný stavitel je možné pouze pro některé obory. Označení stupně autorizace je po podání žádosti neměnné [5]. S autorizací se prvně setkáváme v projektové dokumentaci, následně pak v revizích, jako osvědčení od revizních techniků jednotlivých zařízení. Platí však spíše pro silnoproudou elektrotechniku a vysoké napětí.

Dle zákona rozlišujeme autorizaci do třech stupňů:

- autorizovaný inženýr
- autorizovaný technik
- autorizovaný stavitel

1.2 Realizace

Fáze projektu, kde to, co projektant vytvoří v projektové dokumentaci se následně po výběru zhotovitele realizuje. Zhotovitel je obvykle profesionální firma v oboru, která případné nedokonalosti v projektu upravuje v průběhu stavby v rámci realizační dokumentace. Při samotné realizaci je třeba dbát na dodržování všech pokynů pro správnou instalaci. V případě instalace metalické kabeláže se jedná o segregaci, respektive souběhy vedení v rámci jednoho nosného kabelového systému. Neohýbat a nelámat kabeláž při přípravě kabeláže. Může ovlivnit celé vedení. Využívat systémová a doporučená řešení dle norem, zákoníku a pravidel výrobce.

1.3 Měření - optická vedení

Tato část uvádí několik známých metod měření vlastností na optických a metalických vedeních. Bude zde obecně popsána metoda OTDR, přímá metoda, přímá metoda OLTS a optický reflektometr. Přímá metoda OLTS se v dnešní době používá v měření optických sítí průmyslového prostředí. V praxi je měření vyžadováno při přejímce optické trasy jako podklady pro předávací dokumentaci skutečného provedení stavby. Měření provádíme v následujícím rozsahu:

- měření kontinuity trasy pro ověření správnosti montáže optické trasy a zapojení optického rozvaděče
- metodou OTDR/OLTS jsme schopni změřit
 - nehomogenitu vláken
 - útlum spojek a měrného útlumu všech vláken jednotlivých kabelových délek na vedení s detekcí umístění spojek

1.3.1 Útlum na vedení

Optická vlákna jsou technologií, kde se užívá princip šíření světelného záření. Na kvalitě samotného šíření závisí i kvality a podíly užití materiálu. Dle materiálu probíhají absorpce záření v optickém vlákne a jeho rozptylem ve vlákne samotném. Celkovou ztrátu na vedení nazýváme útlumem. Značíme ho $u(\lambda)$, jednotkou je dB . S tím souvisí tzv. měrný útlum, který se vztahuje na útlum vzhledem k určité délce vedení, konkrétně na km . Měrný útlum na vedení však nikdy nesmí dosáhnout hodnoty $1 dB/km$. Určíme ho jako podíl útlumu a délky vedení [14, 15, 16].

1.3.2 Měření útlumu - přímá metoda

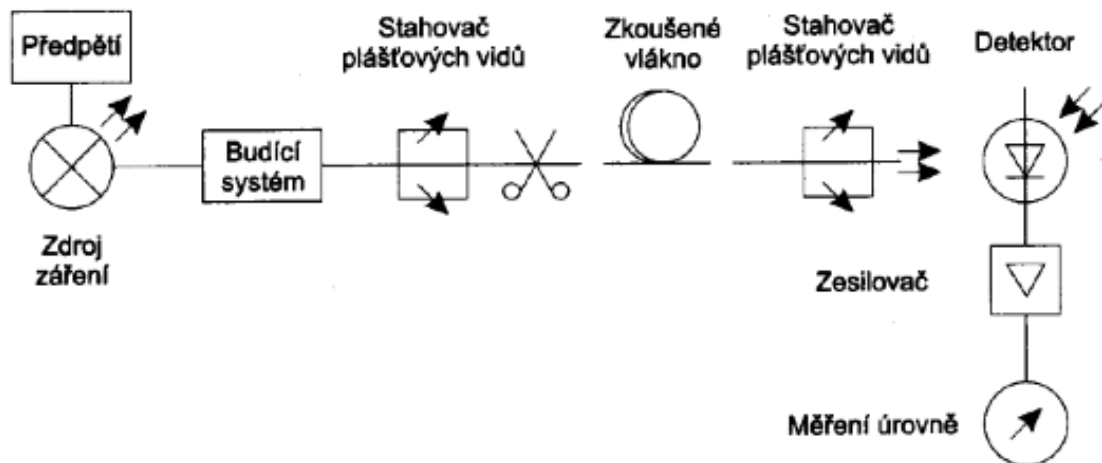
Principiálně se jedná o umístění dvou měřících přístrojů na konce vedení optického spoje. Měření probíhá bez provozu. Referenční výchozí zařízení funguje jako zdroj optického záření, funguje tedy jako zdroj světla. Zpravidla je to laser. Vlnové délky, které se takto měří jsou 1310/1383/1490/1550 nm. Z čehož základní a nejčastější jsou 1310 a 1550 nm. Lze s ním detekovat možné poruchy na vedení, či nedochází k nežádoucímu lomu světla, tudíž nevznikají zbytečné velké ohyby (makroohyby/-mikroohyby). Touto metodou jsme schopni naměřit celkový útlum mnohavidových a jednovidových vláken. Měříme dané vedení obousměrně, proto musíme musíme umístit měřící zařízení na začátek a konec vedení. Po připojení před samotným měřením se oba přístroje ještě zkalibrují. Určeno pro vlákno single-mode i multi-mode.

Užíváme tři standartní metody měření [16].

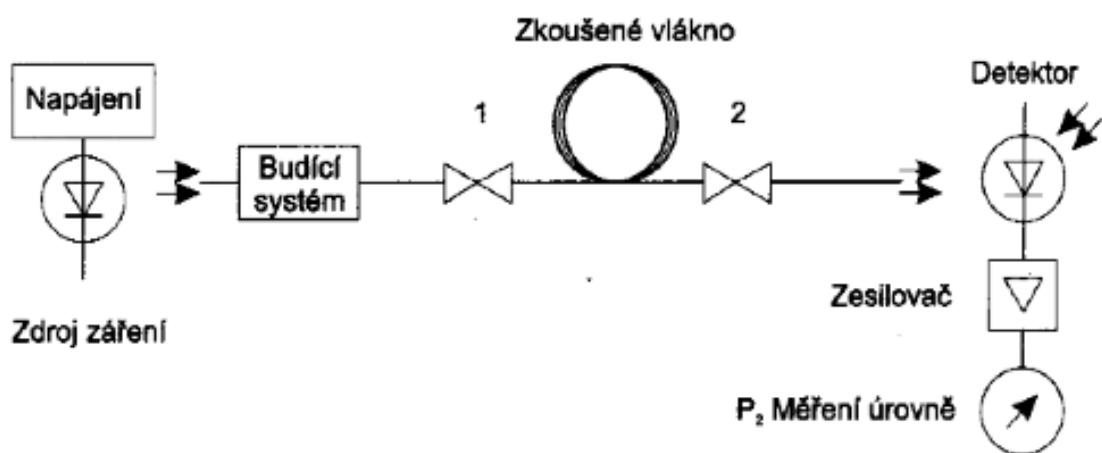
- metoda dvou délek
- metoda vložných ztrát (OLTS) - přímá metoda
- metoda optické reflektometrie (OTDR) - nepřímá metoda

Metoda dvou délek

Jedná se o destruktivní metodu měření útlumu optického vlákna. Zavedeme záření (zdrojem laser) do optického vlákna, kde na jeho výstupu změříme útlum. Máme první hodnotu vyzářeného výkonu při průchodu světla vláknem P_2 . Následně odečteme od výstupního konce vlákna 2 metry, vlákno zlomíme a znovu provedeme měření, získáme tím hodnotu P_1 . Pomocí vztahu pak určíme celkový útlum vlákna. Měří se úroveň optického výkonu P_1 a P_2 ve dvou bodech vlákna za společných co možná nejvíc totožných podmínek [14, 15, 16]. Schéma na Obr. 1.10. Pro zjištění hodnoty útlumu použijeme vztah 1.1.



Obr. 1.10: Metoda měření dvou délek, zdroj:www.publi.cz



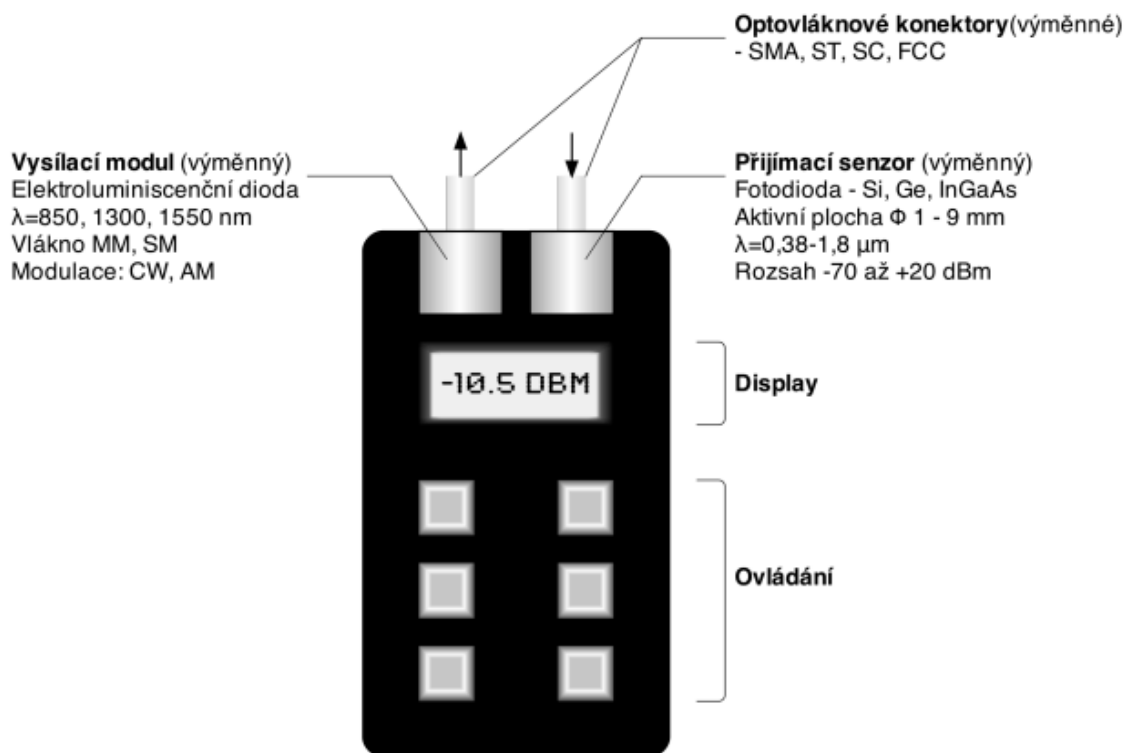
Obr. 1.11: Schéma měření OLTS, zdroj:www.publi.cz

$$u(\lambda) = 10 \log \frac{P_2}{P_1} [dB] \quad (1.1)$$

Metoda vložitelných ztrát - OLTS

Naopak oproti metodě dvou délek Kap. 1.3.2 je tato metoda nedestruktivní. Měřicí přístroje se zkalibrují pomocí referenčního vlákna (cca 2 metry délky). Následně změříme hodnotu výkonu P_1 . Následně zaměníme referenční vlákno za samotné vedení. Na Obr. 1.11 lze vidět schéma jak pouze principiálně funguje měření.

Získáme hodnotu P_2 . Nyní už opět platí vztah 1.1, pomocí kterého po dosazení hodnot P_1 (hodnota na samotném vedení) a P_2 (hodnota referenčního vlákna) dostaneme útlum na celém vedení v jednotce dB [14, 15, 16]. Přístroj při tomto typu



Obr. 1.12: Znáznornění měřicího přístroje pro metodu OLTS, zdroj:www.publi.cz

měření je vysílačem, tedy zdrojem optického záření a měřičem, to znamená přijímačem Obr. 1.12. Výhodou je, že nemusíme měřit vedení z obou stran, postačuje nám stát na jedné straně. U dražších zařízení dochází i k automatické konfiguraci. Fungují na principu wattmetru [14, 15, 16].

Metoda zpětného rozptylu - OTDR

Principiálně k měření výkonu pro získání útlumu sleduje odrazy při šíření optického výkonu signálu světlovodem. Vysílá krátké impulzy a z nich zpracovává údaje o čase a výkonu odraženého nazpět. Při této metodě rozlišujeme 2 druhy odrazů. Jedním je Rayleighův rozptyl, kde se po průchodu světlovodem signál vrátí částečně nazpět. Z toho je možné vyvodit vliv útlumu na energii, která se přenáší => postupně klesá. Druhým je Fresnelův odraz, který nám říká, že se světlo láme dle indexu lomu, které má jeho okolní prostředí, světlovod. Lze pomocí tohoto principu též zjistit polohu a útlum konektorů (pigtailů), svárů a další vady a případná poškození na světlovodu [14, 15, 16].

1.4 Měření - metalická vedení

Zpravidla měření metalických kabelových vedení ke koncovým prvků. To znamená mezi patchpanelem v racku a datovou zásuvkou to znamená podružných vedení. Nejčastější a nejspolehlivější pro nás jsou v rámci měření metalické kabeláže následující parametry:

- Wiremap - mapa propojení Parametr, který ověřujeme správné napojení párů na spojích včetně stínění. Nejsme z něj však schopni určit bližší informace ohledně funkčnosti, dokáže však detekovat možné přerušení.
- Length - délka Parametr, který nám je schopen sdělit délku celého vedení, je to ale délka krouceného páru, nikoliv kabeláže. Samozřejmě v rámci metalické kabeláže se pohybujeme do 90 m. Rozdíl mezi oběma délkami může být až 5 metrů.
- Insertion Loss - útlum vedení Je hodnota energie útlumu na konci vedení při průchodu signálu v závislosti na frekvenci přenášeného signálu. Čím je frekvence vyšší, tím dochází k vyšším útlumům.
- Return Loss - zpětný odraz Jako v optice, tak v metalice existují odrazy. Tentokrát se jedná o rozdíl impedancí. Pokud bude vysoká, následně může pomocí odrazu dojít k nežádoucímu ovlivnění původního vyslaného signálu.
- NEXT - přeslech na blízkém konci Tímto parametrem jsme schopni zjistit přeslech vedení na blízkém konci. To znamená jak moc se jednotlivé páry ovlivňují mezi sebou. V rámci jednoho procesu se proměří všechny páry mezi sebou. Měříme na straně zdroje.
- ACR-F(ELFEXT) - odstup přeslechu na vzdáleném konci) Jiné označení pro ELFEXT (odstup přeslechu na vzdáleném konci). Tento parametr je však počítán dle hodnoty FEXT, od které je odečtena hodnota útlumu. Závislost: čím více se bude zvyšovat útlum, přeslech na vzdáleném konci se snižuje.
- PS-NEXT - výkonový součet přeslechu na blízkém konci Jedná se opět o teoretickou hodnotu, která je vypčítána z NEXT. Poskytuje informaci na množství signálu, který se v rámci jednoho kabelu dostal do ostatních třech párů. Zdroj a měření signálu měříme na stejném konci kabelu.

2 Praktická část

V této části je uvedena metodika návrhu síťové infrastruktury v podobě projektové dokumentace. Vytvoření základní struktury textové a výkresové části. Určení si základních výchozích bodů sítě v rámci objektu. Je zde také pojednáno o objektu jako takovém, jaké jsou kladeny požadavky na výstavbu sítě. Následovat bude umístění hlavních datových rozvaděčů. S tím souvisí současně i věci, které je potřeba brát v úvahu jako jsou prostupy či stoupací vedení. Dalším krok je zvolení vhodné trasy pro páteřní síť s volbou vhodného uložení. Vzhledem k rozloze objektu bude potřeba též pomyslné rozdělení do jednotlivých částí, které bude schopen podružný datový rozvaděč obsloužit. Určitou roli v tom hraje i požadavek na rozmístění koncových prvků a zařízení klienta a jeho provedení. V poslední fázi proběhne měření a analýza přenosových tras v rámci sítě. Výsledné hodnoty budou porovnány a z nich určeno stanovisko, které nám dá informaci zda je síť spolehlivá a stabilní.

2.1 Projektová dokumentace

Pro projektovou dokumentaci je důležitá přehledná struktura pro orientaci a samotné pochopení jí samotné jako podkladu pro realizaci. Přehledně vytvoříme strukturu souborů v rámci textové i výkresové části, popíšeme si, která část co obsahuje a za jakým účelem ji v dokumentaci zmiňujeme. Dle poskytnutých podkladů od investora či generálního dodavatele začneme tvořit koncepci projektu. Volba velikostí datových skříní, jejich rozmístění v rámci objektu. Konkrétně si také demonstrujeme způsob zpracování rozdílů mezi dokumentacemi na konkrétním příkladu.

2.1.1 Tvorba struktury

Na začátku je třeba rozdělit si systém souborů na editovatelný a finální, který budeme používat jako výstup pro předání i tisk. Obě verze však je potřeba stále pře-



Obr. 2.1: Rozdělení adresáře projektové dokumentace








hledně zpracovat. Většinu doby zpracování projektu se budeme pohybovat v části samozřejmě editovatelné. Jako v případě této diplomové práce, tak v případě technické zprávy si založíme nový textový soubor s názvem Technická zpráva často zkracujeme jako TZ. Ačkoli však nejsme jedinou profesí dle kapitoly výše, má i název souboru značení dle profese. Konkrétně pro dokumentaci pro stavební povolení

značení vypadá následovně: D1.4.6-SO.01-DSP-01-SLP-TZ. D1.4.6 = označení obchodního souboru dle generálního dodavatele, dle kterého se orientuje, vidí označení D1.4.6, je mu jasné, že PD bude obsahovat slaboproudé elektroinstalace ve spojitosti se síťovou infrastrukturou.

Tab. 2.1: Příklad značení dokumentu v projektové dokumentaci

D1.4.6-SO.01-DSP-01-SLP-200324-TZ	
Styl zápisu	Popis
D1.4.6	Označení obchodního souboru generálního dodavatele/investora
SO.01	Označení stavebního objektu
DSP	Stupeň projektové dokumentace
01	Pořadové číslo dokumentu v rámci celé dokumentace
SLP	Zkratka příslušného obchodního souboru (slaboproudé elektroinstalace)
200324	Datum editace ve formátu ROK 2020 = 20, MĚSÍC BŘEZEN = 03, DEN = 24
TZ	Název dokumentu nebo zkratka názvu dokumentu

Obdobným způsobem si vytvoříme další soubory. Tím je už soubor DWG v CAD programu, respektive výkres. Tentokrát uijeme značení D1.4.6-SO.01-DSP-02-SLP-200324-PUDORYS. Jako další bude nápomocné i blokové schéma, které umístíme do samostatného souboru tzn. D1.4.6-SO.01-DSP-21-SLP-200324-BLSCH-SK. Jeli-kož máme i požadavek na připojení v exteriéru objektu, uijeme i situačního výkresu, konkrétně se jedná o vrátnici (D1.4.6-SO.01-DSP-011-SLP-200324-SITUACE). Jed-notlivá čísla výkresů a značení si volí projektant dané profese sám. Je však jej ale po celou dobu procesu vytváření projektové dokumentace držet. Zpravidla však textové dokumenty značíme 01 - 09, výkresy půdorysu a situace 10 - 19, doplňkové 20-29. Toto značení mě osobně v rámci strukturované kabeláže dostačovalo. V profesi SIL-NOPROUDU je to však situace jiná, je to však už nad rámec tohoto textu. Základní soubory již máme vytvořeny, vytvoříme si pro celkový přehled soubor zvaný registr nebo také jednoduchý seznam dokumentace a zde vypíšeme všechny náležící sou-bory a jejich značení. Následně pak každému, kdo bude projektovou dokumentaci číst bude jasně ohraničen obsah. To už zvládneme zase v tabulkovém editoru. Jako každá kniha má i projektová dokumentace desky, budeme tedy i uvažovat soubor pro desky dokumentace, titulní stranu technické zprávy a razítko výkresu viz kapitola [1.1.2]. Celkový systém souborů bude vypadat následovně viz. obr. 2.2

 D1.4.6-SO.01-DSP-00-SLP-200324-DESKY	✓	AutoCAD LT výkres
 D1.4.6-SO.01-DSP-00-SLP-200324-SEZNAM-DOKUMENTACE	✓	List Microsoft Excelu 97–2003
 D1.4.6-SO.01-DSP-01-SLP-200324-TZ	✓	Dokument Microsoft Wordu
 D1.4.6-SO.01-DSP-010-SLP-200324-PUDORYS	✓	AutoCAD LT výkres
 D1.4.6-SO.01-DSPS-01-SLP-200324-TZ	✓	AutoCAD LT výkres
 D1.4.6-SO.01-DSPS-11-SLP-200324-SITUACE	✓	AutoCAD LT výkres
 D1.4.6-SO.01-DSPS-21-SLP-BLSCH_SK	✓	AutoCAD LT výkres

Obr. 2.2: Příklad výpisu základních souborů pro tvorbu projektové dokumentace

2.1.2 Podklady a údaje pro projekt

Nacházíme se ve fázi požadavků investora Obr. 1.6 na síťovou infrastrukturu. Obdrželi jsme od investora půdorys, který obsahuje rozmístění pracovních míst v kancelářích a technologií v rámci objektu. Z toho tedy plyne, že potřebujeme v první řadě znát, kolik budeme potřebovat datových portů. Následuje rozloha objektu z důvodu volby vhodného přenosového média z hlediska útlumu ,který závisí na délce vedení ČSN EN 50174-1 . Obdrželi jsme i standard samotné společnosti, který slouží jako tzv. vodítko. S tímto generálním dodavatelem však spolupracujeme již na druhém takovémto objektu, proto z minulé stavby již víme, jakým stylem je potřeba prvky resp. datové zásuvky rozmístit vzhledem k pracovním místům.

Tab. 2.2: Shrnutí a přehled výčtu hodnot pro síťovou infrastrukturu

Popis	MJ(měrná jednotka)	Počet
Pracovní místa	ks	135 (270 dat.portů)
Podlahové krabice	ks	9 (18 dat.portů)
Wi-Fi vysílač	ks	29 (29 dat.portů)
Televizor	ks	22 (44 dat.portů)
Samostatný vývod	ks	30 (60 dat.portů)

Lze si povšimnout, že počet datových portů, je vždy dvojnásobný jako datových míst. To proto, že instalujeme 2-modulové datové zásuvky Kap. 1.0.8.

2.1.3 Představení objektu

Společnost Faurecia, světový výrobce dílů a komponent pro automobily, zaměstnávající téměř 60 000 zaměstnanců ve 160 závodech v 28 zemích po celém světě. Činností pardubického závodu je vývoj, výroba a expedice plastových komponentů do interiéru většiny známých automobilek. Projekce této výrobně-skladovací haly započala na podzim roku 2019. Samotná realizace následně proběhla od března 2020

do června 2020, kdy si ji převzal objednatel a začal ji osazovat svými technologiemi a zaměstanci v administrativních částech. Tento objekt je realizován v rámci moderního standardu Průmysl 4.0.



Obr. 2.3: Hala Petra Faurecia, Zdroj: www.demaco.cz

Umístění a popis objektu

Nový výrobní závod se nachází v areálu pardubického průmyslového parku na adrese Průmyslová 537, 53 003 Pardubice, Černá za Bory. V tomto parku má každá z hal své divčí jméno nebo označení. Tato se konkrétně jmenuje Petra. Vyrosla na jaře roku 2020 po demolici stávajícího objektu. Rozkládá se na ploše $156 \times 108 \text{ m}$. Majitelem parku a tohoto konkrétního objektu je developer DEMACO Construction s.r.o.

Tento objekt byl vystavěn jako výrobně-skladovací hala s administrativním vestavkem. Skelet je složen z železobetonových sloupů umístěných v pravidelném rastru $12 \times 6 \text{ m}$. Výška od úrovně podlahy po střešní krytinu, respektive trapézový plech v oblasti výrobní a skladovací plochy činí $11,99 \text{ m}$. Administrativní vestavek pak horní úroveň stropní konstrukce 2.NP je tvořena horní hranou stropních panelů na kótě $+3,90 \text{ m}$, nejnižší konstrukční světlá výška ve 2.NP pod ztužidlo střešní konstrukce je $6,3 \text{ m}$, světlá výška pod panely stropní konstrukce v 1.NP je $3,65 \text{ m}$.

Střecha budovy je skládaná montovaná nosnými trapézovými plechy o výšce vlny 150 mm , parozábranou z PE fólie a tepelnou izolační - pochozí a systémovou jednovrstvou fólií. Izolace pomocí minerální vlny. Opláštění je realizováno též pomocí sendvičových panelů z minerální vlny. Samotné příčky v prostoru administrativního vestavku pak v provedení SDK vyjma serverovny a rozvodny, kde je využito tvarovek Porotherm. Stropy následně jako minerální kazetový čtvercový podhled. Jedná



Obr. 2.4: Plán parku, Zdroj: www.demaco.cz



Obr. 2.5: Interiér haly

se o síť čtverců $600 \times 600 \text{ mm}$. Podlaha je typu drátkobeton provedena v tloušťce 150 mm ve výrobních a 120 mm administrativních prostorách. V prostoru manipulačního jeřábu, který je zde též osazen pak 200 mm .

Průmysl 4.0

Současný moderní trend tzv. "chytrých továren". Jedná se o spojení digitálního světa a automatizace, kde je umožněno pomocí precizně nastavených předvýrobních procesů dosáhnout dokonalé automatizované výroby na základě rozlišných digitálních vstupů. Už prvním samotným vstupem je požadavek zákazníka. Následuje řízení výroby, které doprovází i řízení kvality výrobku [13]. Průmysl 4.0 označení nadcházejících inovací a automatizovaných výrobních procesů. Internet a digitalizace umožňují kompletní propojení a automatizaci veškerých výrobních procesů a také služeb s nimi spojených [13].

2.1.4 Požadavky dle standardu Faurecia - minimální

Návrh síťové infrastruktury nám také usnadní již zmiňovaná kniha standardu pro IT společnosti Faurecia.

Obecné požadavky

- Aktivní prvky osadit do uzamykatelné ochranné datové skříně, ideálně přístupné zepředu a zezadu
- V případě umístění ve výrobních prostorách přizpůsobit podmínkám...prach aj.
- Kabelová vedení ke stolům, koncovým zařízením, v kabelových kanálech
- POUZE STRUKTUROVANÁ KABELÁŽ!
- K propojení využít co možná nejkratší patchcordy (nejlépe kratší 5 m)
- Povinná infrastruktura LAN

Požadavky na kabeláž

- Metalická vedení verze CAT7 (minimum 10G BASE-T) v provedení UTP/STP
- Pomocí optického přenosového média (multimode) propojit podružné rozvaděče IDF
- Mezi hlavním datovým (MDF) a podružným rozvaděčem (IDF) propojení pomocí optického 8-vláknového kabelu
- Respektovat evropský standard standard ISO/IEC 11801
- Nepřekročit maximální délku vedení metalické kabeláže - 100 m
- Využití patchpanelu CAT6 a vyšší

- Využití bezhalogenní kabeláže
- Měření linky třídy EA

2.1.5 Zdroj připojení

Datová přípojka bude vedena ze stávajících serveroven stávajícího sousedního objektu respektive původního závodu společnosti Faurecia. Z důvodu vzdálenosti a spolehlivosti je navrženo řešení v podobně optického kabelu v 24-ti vláknovém provedení typu single-mode. Uložení 1 metr v zemi v ochranné HDPE chrániče v pískové loži. Vedení opatřeno ve vzdálenosti 30 cm nad vedením výstražnou fólií Obr. 2.6. V případě výkopu v budoucnosti takto vedení ochráníme před možným porušením. Slouží však zde pouze jako demonstrace, v rámci projektové dokumentace se objevuje pouze v případě specifických požadavků například pokud se křížíme s nějakým dalším vedením.

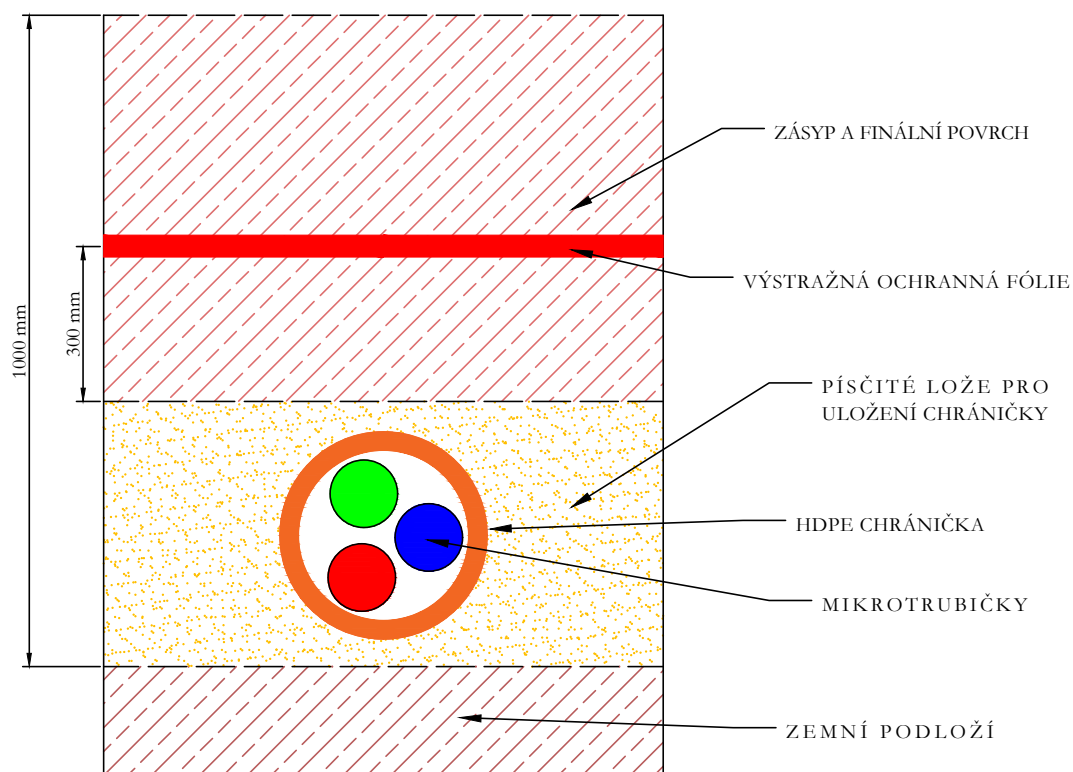
Tab. 2.3: Rozměry HDPE chrániček optických kabelů [7]

Varianta	Typ. označení	Ø vnější	Ø vnitřní	Barevné provedení
1.	HDPE 6032	32 mm	27 mm	různé
2.	HDPE 6040	40 mm	33 mm	různé
3.	HDPE 6050	50 mm	44 mm	různé

HDPE chráničky se vyrábí v mnoha barevných provedeních a rozměrech, z kvalitativního hlediska se víceméně neliší. Do této chráničky uvažujeme 3 ks mikrotrubiček jako další možnou ochranu. Jedna bude sloužit pro nové vedení optického kabelu, ostatní dvě jako možnosti rozšíření o další 2 optické kabely budou sloužit jako rezerva. Proto uvažujeme variantu HDPE 6040. Platí pro jak záložní, tak hlavní vedení. Zakresleno ve výkresu D1.4.6-SO0.1-DSPS-11-SLP200930.

2.1.6 Serverovna

Základní požadavky a podklady již máme, začneme tedy výchozím bodem, serverovnou. Tento objekt zahrnují dokonce 2 serverovny. První (hlavní) se nachází ve druhém nadzemním podlaží administrativního vestavku. Číslo místnosti 2.12a osa L-L.1 a 6, druhou (záložní) serverovnou je metrologie, číslo místnosti 1.43, osa A.3 - B a 1 - 1.1. Obě místnosti jsou po obvodu vyzděny pomocí pórobetonových tvárnic z důvodu splnění podmínky na požární řešení ve formě odděleného požárního úseku. Prostupy skrze příčku je potřeba zapravit speciálním nátěrem - požární ucpávkou,

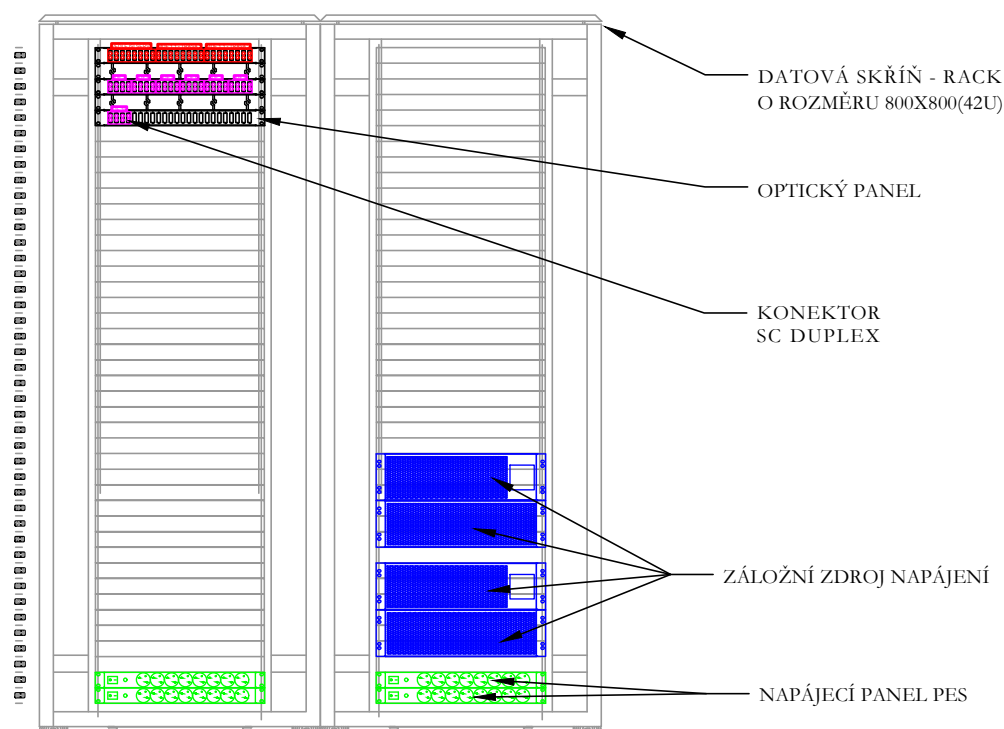


Obr. 2.6: Příčný řez uložení HDPE chráničky v zemi

která v případě požáru prostup ucpe a zamezí šíření požáru vně nebo dovnitř. Jelikož jsou obě serverovny jako samostatný požární úsek s požární odolností při požáru (záležitost PBŘ).

Datový rozvaděč

V našem případě byl dán požadavek na osazení 4 ks hlavních datových rozvaděčů. Což má ten důvod, že zde bude umístěna spousta aktivních prvků, které budou zajišťovat a obsluhovat provoz celé sítě s možností budoucího rozšíření. V rámci skříně lze potřeba i uvažovat s umístěním vyvazovacích panelů, optických van, umístění záložních zdrojů nebo napájecích panelů PES. Umístěno často bývá v racku i celý kamerový nebo přístupový systém, ten zde však je nad rámec textu. Splňujeme také podmínku v rámci velikosti dle Kap. 1.0.3. Rozměr místnost 2.12a činí 4350 mm(délka) × 3750 mm (šířka), pro místnost 1.43 je to pak 4750 mm(délka) × 4925 mm (šířka). Máme tedy zde i značnou rezervu pro možné rozšíření systému. Nejsou však zde uvažovány záložní zdroje a aktivní prvky, pouze ilustrativně. Dodává si investor.



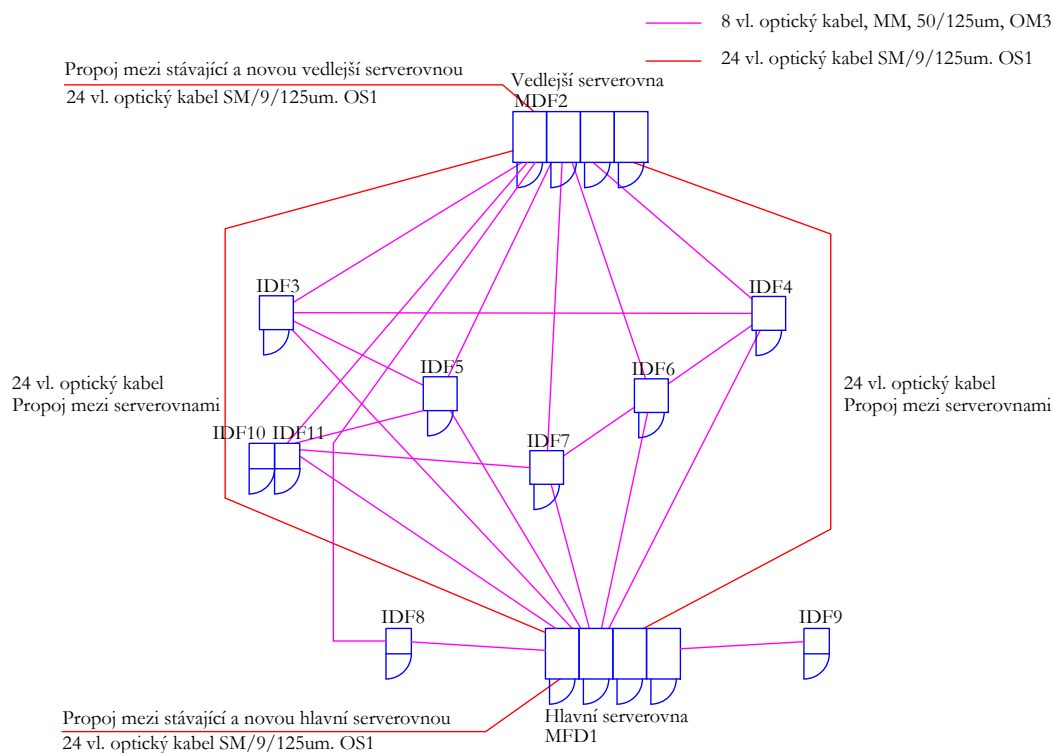
Obr. 2.7: Uložení komponentů v datovém rozvaděči

2.1.7 Páteří rozvod

Navrhujeme dle přenosového média a dispozice objektu. Zpravidla však postačí kabelový nosný systém ve formě drátěného žlabu zavěšeného pod stropem nebo v podhledu. Rozměr určujeme dle množství probíhající kabeláže. V případě odvodů ze serverovny tedy budeme volit větší šíře pro umístění většího počtu kabeláže a budeme také volit stoupací vedení. Celý páteří rozvod je proveden dle požadavku Kap. 2.1.4 optickým 8-mi vláknovým kabelem. Nelze propojit pomocí metalické kabeláže, důvodem jsou vzdálenosti mezi rozvaděči větší než 100 m. Kabelové trasy musí poskytovat ochranu instalované kabeláži vyjma oblastí, ve kterých nemůže být kabeláž poškozena nebo nepříznivě ovlivněny její přenosové vlastnosti (například úseky stoupaček, spojovacích kanálů, místností zařízení atd.). Místům pro kabelové smyčky (servisní smyčky) musí být přiřčeny příslušné prostory [11].

2.1.8 Podružný rozvod

Z možností v Kap. 1.0.11 bylo pro vedení podružných rozvodů zvoleno využití kabelového žlabu a parapetního kanálu. Toto uložení složí pro rozvody metalické kabeláže typu UTP Cat5E. Avšak požadavek byl na Cat6, bohužel rozhodnutí investora



Obr. 2.8: Schéma páteřní optické sítě

v rámci finančních úspor padlo na Cat5e. Jedná se prostory administrativy, kde je většina pracovních míst, společně s podlahovými krabicemi, které datové zásuvky též obsahují. V podhledu plánována příprava pro zařízení Wi-Fi. Podobně je na tom i prostor Metrologie ve vrchní části půdorysu v projektové dokumentaci.

2.1.9 Koncová zařízení

2-modulová datová zásuvka = 2 datové porty. Obvykle značíme červenou a modrou barvou nebo písmem A a B. Lze si povšimnout, že počet datových portů, je vždy dvojnásobný jako datových míst. To proto, že instalujeme 2-modulové datové zásuvky Kap. 1.0.8.

2.1.10 Požadavky na ostatní profese

V rámci ostatních profesí je potřeba pouze v rámci serverovny odeslat technickou specifikaci na komponenty, které budou osazeny a budou vydávat teplo z hlediska chlazení. Zajišťuje profese VZT. Současně pak napájení do každého z datových rozvaděčů ve form 16 A jednofázového jističe.

2.2 Výstupní měření po realizaci

Po realizační části je v rámci certifikace systému potřeba celou část změřit vhodnými metodami a přístroji, čímž ověřím funkčnost a spolehlivost celého nově instalovaného systému. Ve spojitosti s měřením optických vedení byla zvolena přímá metoda OLTS viz Kap.1.3.2. V rámci metalické kabeláže máme k dispozici univerzální měřící zařízení na typ systému s Cat5E a Cat6. Naměříme hodnoty jako jsou útlumy, přeslechy na blízkém a vzdáleném konci,...V rámci kalibrace měřícího zařízení, typu přenosové technologie a vstupů funguje tento přístroj automaticky, není potřeba nic ručně kalibrovat ani nastavovat.

2.2.1 Měřící přístroj WireXpert 4500 - metalická kabeláž

Certifikační tester pro měření a analýzu vedení strukturované kabeláže datových center a průmyslových objektů. Měření na bázi od 10 Gbit systémů pod 40 Gbit. V rámci metalické kabeláže umí naměřit od Cat5 do Cat8. Ovládání na dotykovém displeji. Splňuje požadavky ISO a TIO dle standardizace. Automatické generování výstupních protokolů. Schopný měřit metalická i optická vedení. Není však tak přesný, proto na optická vedení využijeme jiný typ přístroje. Obecný přehled technické specifikace.

2.2.2 Měřící přístroj MaxTester 945 - optická kabeláž

Přístroj pro měření přímou metodou OLTS viz Kap. 1.3.2. Obousměrné měření. Doba testu jednoho vlákna na třech vlnových délkách v časovém intervalu 3 vteřiny. Také možnost generování výstupního protokolu. Měření na vlnových délkách 1310/1550/1625 nm. Měření celkového odrazu a délky celé trasy.

2.2.3 Rozbor naměřených parametrů

Z důvodů velkého množství spojů zde bude pro přehled uveden jeden vzorový příklad protokolu pro optické vedení a druhý pro metalické vedení. Jako výstup měření jsme vypracovali měřící protokoly, dle kterých je až na pár řešitelných a vyřešených vad vpořádku. Jednotlivé mezní hodnoty jsou uvedeny v protokolech měření na Obr. 2.10, Obr. 2.9, Obr. 2.11. Definice měřených parametrů a metod se pro optiku nachází v Kap. 1.3, metalická vedení v Kap. 1.4. Průměrně byla hodnota útlumu na metalických vedeních od 0.5 do 2.8 dB při délkách vedení od 10 do 87 m. V případě optických vedení byla požadována hodnota útlumu pod 1 dB. To jsme měřením ověřili. Nejvyšší hodnota byla však maximálně 0.5 dB. Délky vedení byly

podstatně vyšší od 100 - 300 m. Vše je vyobrazeno v jak absolutních hodnotách, tak v průbězích na grafech, které jsou pouze orientační.

2.2.4 Důvody nedokonalostí

Pomocí přístrojů MaxTester 945 a WireXpert 4500 jsme naměřili parametry jednotlivých linek spojení v síti nového objektu Faurecia. Veškeré linky jsou naštěstí v pořádku, drobné chyby byli v metalické části. Mezi nejčastějšími chybami bylo:

- **Přerušení kabeláže jinou profesí** (chyba parametru Insertion Loss, Length) - řešením je natažení nových přívodů, celkem 200 m v součtu, délka trasy 30m. Spoje nejsou povoleny.
- **Přečíslená délka metalického vedení** (chyba parametru Insertion Loss, Length - v rámci zanechaných rezerv v podhledech jsme se dostali na hranici délky vedení metalické kabeláže. Řešením bylo zkrácení rezerv, následně už spojení bylo měřicím přístrojem úspěšné.
- **Špatné datové konektory** (chybová hláška WireMap) - objevila se v rámci stavby dodávka konektorů RJ-45. Byla to pravděpodobně nějaká chyba výroby. Celkem se takto muselo opravovat 20 ks konektorů. Po nápravě měřicí přístroj opět potvrdil spolehlivost přenosu.
- **Chybně napínované konektory** (chybová hláška WireMap) - při kontrole WireMap došlo k objevení 15 ks špatně nakrimpovaných konektorů ve smyslu záměny jednoho z párů. Vyřeseno.

Avšak se v průběhu stavby stalo, že jedna z profesí přerušila jeden svazek vedení pomocí hliníkového profilu na příčku SDK. Řešením bylo znovu dotažení kabeláže z konkrétního racku.

OLTS Report

✓ ISO/IEC 11801-2010
✓ 10GBASE-S

✓ TIA-568-C.3 Inside Plant
✓ ISO/IEC 14763-3:2012
✓ Fibre Channel 1200-MM-SN-I (10G)

ID zakázky: EZH_Faurecia Pardubice
Zákazník: EZH
Společnost: Cable Engineering
Název souboru: IDF3.olts

Umístění

	Main (M)	Remote (R)
Operátor	Zlatkovsky	Tobolka
Model	MAX-945-ICERT-Q1-EA-EI	MAX-945-ICERT-Q1-EA-EI
Sériové číslo	1170203	1170196
Datum kalibrace	30.10.2018 (UTC)	30.10.2018 (UTC)

Link Definition

Fiber Type	Connections	Splices
OM3	2	0

Results

Identifier	Test Units	Wavelength (nm)	Loss (dB)	Loss Margin (dB)	Length (m)	Date/Time
MM_IDF3_IDF4 1	M->R	850	0,53	0,58	145,7	21.9.2020, 16:39
		1300	0,25	0,57		
MM_IDF3_IDF4 2	R->M	850	0,63	0,48	145,7	21.9.2020, 16:39
		1300	0,33	0,49		
MM_IDF3_IDF4 3	M->R	850	0,59	0,52	146,0	21.9.2020, 16:39
		1300	0,33	0,49		
MM_IDF3_IDF4 4	R->M	850	0,70	0,41	146,0	21.9.2020, 16:39
		1300	0,40	0,42		
MM_IDF3_IDF4 5	M->R	850	0,58	0,53	145,6	21.9.2020, 16:40
		1300	0,31	0,51		
MM_IDF3_IDF4 6	R->M	850	0,55	0,56	145,6	21.9.2020, 16:40
		1300	0,27	0,55		
MM_IDF3_IDF4 7	M->R	850	0,60	0,51	145,8	21.9.2020, 16:40
		1300	0,34	0,48		
MM_IDF3_IDF4 8	R->M	850	0,58	0,53	145,8	21.9.2020, 16:40
		1300	0,29	0,53		
MM_IDF3_IDF5 1	M->R	850	0,59	0,44	123,9	21.9.2020, 16:52
		1300	0,39	0,40		
MM_IDF3_IDF5 2	R->M	850	0,77	0,26	123,9	21.9.2020, 16:52
		1300	0,47	0,32		
MM_IDF3_IDF5 3	M->R	850	0,55	0,48	123,8	21.9.2020, 16:52
		1300	0,33	0,46		
MM_IDF3_IDF5 4	R->M	850	0,64	0,39	123,8	21.9.2020, 16:52
		1300	0,45	0,34		
MM_IDF3_IDF5 5	M->R	850	0,64	0,39	123,6	21.9.2020, 16:52
		1300	0,49	0,30		
MM_IDF3_IDF5 6	R->M	850	0,98	0,05	123,6	21.9.2020, 16:52
		1300	0,72	0,07		
MM_IDF3_IDF5 7	M->R	850	0,57	0,46	124,0	21.9.2020, 16:53
		1300	0,37	0,42		



Podpis: _____

Datum: 21.9.2020

Strana 1 z 2

Obr. 2.9: Ukázka výstupního měřicího protokolu optických propojů mezi rozvaděči IDF

OLTS Report

✓ ISO/IEC 11801-2010

✓ TIA-568-C.3 Inside Plant

✓ ISO/IEC 14763-3:2012

ID zakázky: **EZH_Faurecia Pardubice**
 Zákazník: **EZH**
 Společnost: **Cable Engineering**
 Název souboru: **MDF2-1.olts**

Umístění

	Umístění A	Umístění B
Operátor	Zlatkovsky	Tobolka
Model	MAX-945-ICERT-Q1-EA-EI	MAX-945-ICERT-Q1-EA-EI
Sériové číslo	1170203	1170196
Datum kalibrace	30.10.2018 (UTC)	30.10.2018 (UTC)

Link Definition

Fiber Type	Connections	Splices
OS2	2	0

Results

Identifier	Wave-length (nm)	Worst Loss (dB)	Loss Margin (dB)	Loss A->B (dB)	Loss B->A (dB)	ORL A (dB)	ORL B (dB)	Length (m)	Date/Time
SM_T1_MDF2.1_SDF1.1 1	1310	0,72	0,37	0,70	0,72	40,88	39,07	235,5	23.9.2020, 11:07
	1550	0,62	0,47	0,60	0,62	43,12	40,89		
SM_T1_MDF2.1_SDF1.1 2	1310	0,73	0,36	0,63	0,73	46,24	45,01	236,6	22.9.2020, 9:25
	1550	0,63	0,46	0,63	0,56	49,29	48,98		
SM_T1_MDF2.1_SDF1.1 3	1310	0,75	0,34	0,69	0,75	45,40	45,35	236,7	22.9.2020, 10:45
	1550	1,09	0,00	1,09	1,01	49,71	48,75		
SM_T1_MDF2.1_SDF1.1 4	1310	0,47	0,62	0,39	0,47	45,62	44,77	237,3	22.9.2020, 9:29
	1550	0,62	0,47	0,62	0,56	49,53	49,01		
SM_T1_MDF2.1_SDF1.1 5	1310	0,52	0,57	0,52	0,46	42,60	41,63	235,9	23.9.2020, 11:08
	1550	0,37	0,72	0,37	0,36	44,97	44,55		
SM_T1_MDF2.1_SDF1.1 6	1310	0,30	0,79	0,24	0,30	45,58	44,71	237,2	22.9.2020, 9:29
	1550	0,26	0,83	0,26	0,17	49,27	48,89		
SM_T1_MDF2.1_SDF1.1 7	1310	0,41	0,68	0,36	0,41	46,01	46,07	236,9	22.9.2020, 9:32
	1550	0,97	0,12	0,97	0,96	50,84	49,23		
SM_T1_MDF2.1_SDF1.1 8	1310	0,81	0,28	0,73	0,81	45,63	45,52	237,2	22.9.2020, 9:33
	1550	0,75	0,34	0,75	0,67	49,02	49,32		
SM_T1_MDF2.1_SDF1.1 9	1310	0,67	0,43	0,64	0,67	46,56	46,04	237,5	22.9.2020, 9:33
	1550	0,82	0,28	0,82	0,81	50,33	49,91		
SM_T1_MDF2.1_SDF1.1 10	1310	0,27	0,82	0,27	0,24	44,61	44,23	235,9	23.9.2020, 11:08
	1550	0,30	0,79	0,29	0,30	47,94	47,86		
SM_T1_MDF2.1_SDF1.1 11	1310	1,02	0,07	0,94	1,02	45,97	46,51	236,9	22.9.2020, 10:25
	1550	0,99	0,10	0,99	0,92	49,72	49,81		
SM_T1_MDF2.1_SDF1.1 12	1310	0,37	0,72	0,37	0,35	46,08	45,15	237,4	22.9.2020, 10:25
	1550	0,39	0,70	0,39	0,26	49,95	49,27		
SM_T1_MDF2.1_SDF1.1 13	1310	0,43	0,66	0,34	0,43	46,14	44,92	236,6	22.9.2020, 10:26
	1550	0,32	0,77	0,32	0,29	50,24	49,71		
SM_T1_MDF2.1_SDF1.1 14	1310	0,27	0,83	0,23	0,27	46,38	45,42	237,6	22.9.2020, 10:26
	1550	0,17	0,93	0,17	0,10	50,08	49,48		



Podpis: _____


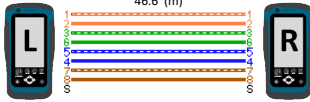
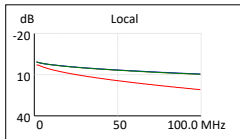
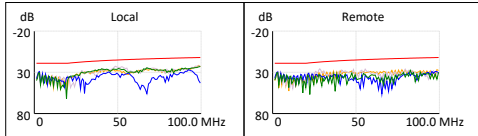
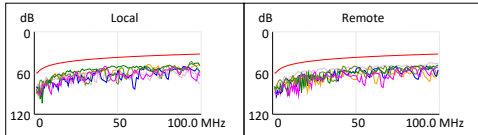
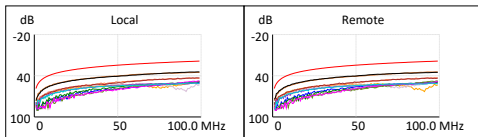
Datum: 23.9.2020

Strana 1 z 3

Obr. 2.10: Ukázka výstupního měřicího protokolu optických propojů mezi rozvaděči MDF a SDF

Copper Certification Report

softing

Cable Label:IDF3-1		Pass 																									
Date & Time: 29.09.2020 02:05:08 odp.	Site: FAURECIA PARDUBICE																										
Limit Type: TIA - Cat 5e Permanent Link	Building:																										
Cable Name: CAT 5e UTP	Floor:																										
Connector Name: UTP Mod Jack SE	Room:																										
Operator Name: Unspecified	Rack:																										
	Panel:																										
<table border="0"> <tr> <td>Device Name: Wx4500</td> <td>Remote Device S/No.: pw20301910</td> </tr> <tr> <td>Local Device S/No.: pw20301909</td> <td>Remote Adapter Type: Cat 6A Link</td> </tr> <tr> <td>Local Adapter Type: Cat 6A Link</td> <td>Remote Adapter S/No.: pa0210-1909</td> </tr> <tr> <td>Local Adapter S/No.: pa0210-1910</td> <td>Remote Calibration Date: 1-December-2014</td> </tr> <tr> <td>Local Calibration Date: 1-December-2014</td> <td>Reporting Software Version: Build_#1127_8.3_2020-03-03_14-22-49</td> </tr> <tr> <td>Device Firmware Version: 6.2.7</td> <td></td> </tr> </table>				Device Name: Wx4500	Remote Device S/No.: pw20301910	Local Device S/No.: pw20301909	Remote Adapter Type: Cat 6A Link	Local Adapter Type: Cat 6A Link	Remote Adapter S/No.: pa0210-1909	Local Adapter S/No.: pa0210-1910	Remote Calibration Date: 1-December-2014	Local Calibration Date: 1-December-2014	Reporting Software Version: Build_#1127_8.3_2020-03-03_14-22-49	Device Firmware Version: 6.2.7													
Device Name: Wx4500	Remote Device S/No.: pw20301910																										
Local Device S/No.: pw20301909	Remote Adapter Type: Cat 6A Link																										
Local Adapter Type: Cat 6A Link	Remote Adapter S/No.: pa0210-1909																										
Local Adapter S/No.: pa0210-1910	Remote Calibration Date: 1-December-2014																										
Local Calibration Date: 1-December-2014	Reporting Software Version: Build_#1127_8.3_2020-03-03_14-22-49																										
Device Firmware Version: 6.2.7																											
Wiremap:Pass 		<table border="0"> <tr> <td>Length (m):</td> <td>Value</td> <td>Limit</td> <td>Margin</td> </tr> <tr> <td>Cable NVP:</td> <td>46.6</td> <td>90.0</td> <td>43.4</td> </tr> <tr> <td>Propagation Delay (ns):</td> <td>68.0</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Delay Skew (ns):</td> <td>243.0</td> <td>498.0</td> <td>255.0</td> </tr> <tr> <td>DC Loop Resistance (Ohms):</td> <td>5.0</td> <td>44.0</td> <td>39.0</td> </tr> <tr> <td></td> <td>9.80</td> <td>21.00</td> <td>11.20</td> </tr> </table>		Length (m):	Value	Limit	Margin	Cable NVP:	46.6	90.0	43.4	Propagation Delay (ns):	68.0	-	-	Delay Skew (ns):	243.0	498.0	255.0	DC Loop Resistance (Ohms):	5.0	44.0	39.0		9.80	21.00	11.20
Length (m):	Value	Limit	Margin																								
Cable NVP:	46.6	90.0	43.4																								
Propagation Delay (ns):	68.0	-	-																								
Delay Skew (ns):	243.0	498.0	255.0																								
DC Loop Resistance (Ohms):	5.0	44.0	39.0																								
	9.80	21.00	11.20																								
Insertion Loss:Pass <table border="0"> <tr> <td></td> <td><u>Worst Margin:</u></td> <td><u>Worst Value:</u></td> </tr> <tr> <td>Local:</td> <td>12</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>Pair:</td> <td>12</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>Value (dB):</td> <td>1.2</td> <td>9.8</td> </tr> <tr> <td>Limit (dB):</td> <td>3.1</td> <td>20.9</td> </tr> <tr> <td>Margin (dB):</td> <td>1.9</td> <td>11.1</td> </tr> <tr> <td>Frequency (MHz):</td> <td>2.50</td> <td>99.75</td> </tr> </table>			<u>Worst Margin:</u>	<u>Worst Value:</u>	Local:	12	12	Pair:	12	12	Value (dB):	1.2	9.8	Limit (dB):	3.1	20.9	Margin (dB):	1.9	11.1	Frequency (MHz):	2.50	99.75					
	<u>Worst Margin:</u>	<u>Worst Value:</u>																									
Local:	12	12																									
Pair:	12	12																									
Value (dB):	1.2	9.8																									
Limit (dB):	3.1	20.9																									
Margin (dB):	1.9	11.1																									
Frequency (MHz):	2.50	99.75																									
Return Loss:Pass <table border="0"> <tr> <td></td> <td><u>Worst Margin:</u></td> <td><u>Worst Value:</u></td> </tr> <tr> <td>Local:</td> <td>36</td> <td>36</td> </tr> <tr> <td>Pair:</td> <td>36</td> <td>36</td> </tr> <tr> <td>Value (dB):</td> <td>22.6</td> <td>25.7</td> </tr> <tr> <td>Limit (dB):</td> <td>15.2</td> <td>17.5</td> </tr> <tr> <td>Margin (dB):</td> <td>7.4</td> <td>8.2</td> </tr> <tr> <td>Frequency (MHz):</td> <td>48.50</td> <td>28.30</td> </tr> </table>			<u>Worst Margin:</u>	<u>Worst Value:</u>	Local:	36	36	Pair:	36	36	Value (dB):	22.6	25.7	Limit (dB):	15.2	17.5	Margin (dB):	7.4	8.2	Frequency (MHz):	48.50	28.30					
	<u>Worst Margin:</u>	<u>Worst Value:</u>																									
Local:	36	36																									
Pair:	36	36																									
Value (dB):	22.6	25.7																									
Limit (dB):	15.2	17.5																									
Margin (dB):	7.4	8.2																									
Frequency (MHz):	48.50	28.30																									
NEXT:Pass <table border="0"> <tr> <td></td> <td><u>Worst Margin:</u></td> <td><u>Worst Value:</u></td> </tr> <tr> <td>Local:</td> <td>36-78</td> <td>36-78</td> </tr> <tr> <td>Pair:</td> <td>36-78</td> <td>36-78</td> </tr> <tr> <td>Value (dB):</td> <td>43.0</td> <td>50.0</td> </tr> <tr> <td>Limit (dB):</td> <td>32.7</td> <td>38.4</td> </tr> <tr> <td>Margin (dB):</td> <td>10.3</td> <td>11.6</td> </tr> <tr> <td>Frequency (MHz):</td> <td>94.25</td> <td>42.25</td> </tr> </table>			<u>Worst Margin:</u>	<u>Worst Value:</u>	Local:	36-78	36-78	Pair:	36-78	36-78	Value (dB):	43.0	50.0	Limit (dB):	32.7	38.4	Margin (dB):	10.3	11.6	Frequency (MHz):	94.25	42.25					
	<u>Worst Margin:</u>	<u>Worst Value:</u>																									
Local:	36-78	36-78																									
Pair:	36-78	36-78																									
Value (dB):	43.0	50.0																									
Limit (dB):	32.7	38.4																									
Margin (dB):	10.3	11.6																									
Frequency (MHz):	94.25	42.25																									
ACR-F:Pass <table border="0"> <tr> <td></td> <td><u>Worst Margin:</u></td> <td><u>Worst Value:</u></td> </tr> <tr> <td>Local:</td> <td>36-45</td> <td>45-36</td> </tr> <tr> <td>Pair:</td> <td>36-45</td> <td>45-36</td> </tr> <tr> <td>Value (dB):</td> <td>66.2</td> <td>66.2</td> </tr> <tr> <td>Limit (dB):</td> <td>51.8</td> <td>51.8</td> </tr> <tr> <td>Margin (dB):</td> <td>14.4</td> <td>14.4</td> </tr> <tr> <td>Frequency (MHz):</td> <td>2.20</td> <td>2.20</td> </tr> </table>			<u>Worst Margin:</u>	<u>Worst Value:</u>	Local:	36-45	45-36	Pair:	36-45	45-36	Value (dB):	66.2	66.2	Limit (dB):	51.8	51.8	Margin (dB):	14.4	14.4	Frequency (MHz):	2.20	2.20					
	<u>Worst Margin:</u>	<u>Worst Value:</u>																									
Local:	36-45	45-36																									
Pair:	36-45	45-36																									
Value (dB):	66.2	66.2																									
Limit (dB):	51.8	51.8																									
Margin (dB):	14.4	14.4																									
Frequency (MHz):	2.20	2.20																									
<table border="0"> <tr> <td>PS-NEXT:Pass</td> <td>PS-ACRF:Pass</td> </tr> <tr> <td><u>Worst Margin:</u></td> <td><u>Worst Value:</u></td> </tr> <tr> <td>Local: Remote:</td> <td>Local: Remote:</td> </tr> <tr> <td>36 78</td> <td>36 45</td> </tr> <tr> <td>Pair:</td> <td>45 36</td> </tr> <tr> <td>Value (dB):</td> <td>41.0 48.5</td> </tr> <tr> <td>Limit (dB):</td> <td>29.7 35.4</td> </tr> <tr> <td>Margin (dB):</td> <td>11.3 13.1</td> </tr> <tr> <td>Frequency (MHz):</td> <td>94.25 42.25</td> </tr> </table>				PS-NEXT:Pass	PS-ACRF:Pass	<u>Worst Margin:</u>	<u>Worst Value:</u>	Local: Remote:	Local: Remote:	36 78	36 45	Pair:	45 36	Value (dB):	41.0 48.5	Limit (dB):	29.7 35.4	Margin (dB):	11.3 13.1	Frequency (MHz):	94.25 42.25						
PS-NEXT:Pass	PS-ACRF:Pass																										
<u>Worst Margin:</u>	<u>Worst Value:</u>																										
Local: Remote:	Local: Remote:																										
36 78	36 45																										
Pair:	45 36																										
Value (dB):	41.0 48.5																										
Limit (dB):	29.7 35.4																										
Margin (dB):	11.3 13.1																										
Frequency (MHz):	94.25 42.25																										
Network Compliance:10BASE-T, 100BASE-T, 1000BASE-T																											

Printed: 01.10.2020 11:17:02

export

Signature: _____ Page: 1

Obr. 2.11: Ukázka výstupního měřicího protokolu metalických propojů a vedení

3 Závěr

V této práci je uveden postup návrhu síťové infrastruktury. Z hlediska teorie jsme si objasnili jaká pravidla platí pro velikosti serveroven, jakým způsobem se volí přenosové médium v rámci požadavku na délku vedení společně s kabelovými nosnými systémy, které jsou jejich důležitou součástí. Dověděli jsme se, jaké stupně projektové dokumentace existují a za jakým účelem se vydávají společně s českými technickými normami a dalšími náležitostmi, které je potřeba splňovat. Že v projektové dokumentaci je část textová a výkresová s konkrétními příklady rozvržení rozpisek a prvků výkresu. Výstup projektové dokumentace v paré. Popsali jsme si zde i metody měření z čehož jsme využili metodu přímo metodu OLTS pro měření optického vlákna. V textu jsou představeny 2 typy měřících přístrojů. Je jím přístroj WireXpert 4500 (použili jsme pro měření parametrů metalické kabeláže) a MaxTester 945 (použili jsme pro měření parametrů optické kabeláže). Po odměření parametrů sítě jsme si uvedli jako příklad jeden z výstupů měření v rámci výstupního protokolu a certifikace celého systému. Navrhli jsme konkrétní síťovou infrastrukturu pro celý výrobně skladovací objekt. Provedli jsme měření parametrů za účelem certifikace celého systému pro předání realizovaného díla. Objevili se při měření drobné vady, které však byli odstraněny a žádným způsobem nikterak nebránili úspěšnému dokončení, měření a předání. Průměrně byla hodnota útlumu na metalických vedeních od 0.5 do 2.8 dB při délkách vedení od 10 do 87 m. V případě optických vedení byla požadována hodnota útlumu pod 1 dB. To jsme měřením ověřili. Nejvyšší hodnota byla však maximálně 0.5 dB. Délky vedení byli podstatně vyšší od 100 - 300 m. Nejčastější vadou je buď nedodržení povolené délky vedení nebo chyba krimpování konektorů RJ-45. Potvrdilo se, že pro velké páteřní rozvody sítí je již nutno využít optických vláken, pro vedení ke koncovým zařízením a rozvodům v rámci místnosti nám stále však postačí metalické vedení. Dílo se však podařilo se všemi podklady úspěšně předat, tudíž se celá síťová infrastruktura od návrhu přes realizaci a měření podařila.

Literatura

- [1] O společnosti - CETIN a.s.. Úvod - CETIN a.s. [online]. Copyright © CETIN a.s. [cit. 11.04.2021]. Dostupné z: <https://www.cetin.cz/o-spolecnosti>
- [2] VARNET [online]. Dostupné z : <https://www.varnet.cz/soubory-ve-skladu/Karty/Spolzarazene/01-MANUALY20CS/SKS20prirucka20-20man-a4.pdf>
- [3] VODRÁŽKA, Jiří. Přenosové systémy v přístupové síti. Vyd. 2., přeprac. Praha: Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2006. ISBN 80-01-03386-4.
- [4] FILKA, CSC., Prof. Ing. Miloslav. Kabely a technologie informačního přenosu pro integrovanou výuku VUT a VŠB-TUO. Technická 12, 612 00 BRNO: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav telekomunikací Technická 12, 612 00 BRNO, 2014. ISBN 978-80-214-5063-9.
- [5] O nás | ČKAIT. Hlavní strana | ČKAIT [online]. Copyright © ČKAIT 2020 [cit. 18.04.2021]. Dostupné z: <https://www.ckait.cz/o-nas>
- [6] BIMfo - Co je BIM - informační model budovy. [online]. Dostupné z: <https://www.bimfo.cz/Co-je-BIM.aspx>
- [7] chráničky optického kabelu HDPE | KOPOS KOLÍN a.s.. Česká republika | KOPOS KOLÍN a.s. [online]. Dostupné z: <https://www.kopos.cz/cs/produkty/chraničky-optického-kabelu-hdpe>
- [8] ČSN EN 50174-1 ed. 3 Informační technologie - Instalace kabelových rozvodů - Část 1: Specifikace a zabezpečení kvality. Zpracovatel: Ing. Miroslav Pospíšil, IČ 670121574, Pracovník České agentury pro standardizaci: Ing. Milan Dian, Technická normalizační komise: TNK 96 Telekomunikace, Třídící znak: 369071. Vydána: 4.2019
- [9] ČSN EN 50174-1 ed. 3 Informační technologie - Instalace kabelových rozvodů - Část 2: Projektová příprava a výstavba v budovách. Strana 59-60. Zpracovatel: Ing. Miroslav Pospíšil, IČ 670121574, Pracovník České agentury pro standardizaci: Ing. Milan Dian, Technická normalizační komise: TNK 96 Telekomunikace, Třídící znak: 369071. Vydána: 4.2019.
- [10] ČSN EN 50174-1 ed. 3 Informační technologie - Instalace kabelových rozvodů - Část 2: Projektová příprava a výstavba v budovách. Strana 90. Zpracovatel:

Ing. Miroslav Pospíšil, IČ 670121574, Pracovník České agentury pro standardizaci: Ing. Milan Dian, Technická normalizační komise: TNK 96 Telekomunikace, Třídící znak: 369071. Vydána: 4.2019.

- [11] ČSN EN 50174-1 ed. 3 Informační technologie - Instalace kabelových rozvodů - Část 3: Projektová příprava a výstavba vně budov. Zpracovatel: Ing. Miroslav Pospíšil, IČ 670121574, Pracovník České agentury pro standardizaci: Ing. Milan Dian, Technická normalizační komise: TNK 96 Telekomunikace, Třídící znak: 369071. Vydána: 4.2019
- [12] Software AutoCAD | Ceny a nákup oficiální verze softwaru AutoCAD 2022. Autodesk | Software pro 3D navrhování, projektování a zábavu [online]. Copyright © 2021 Autodesk, Inc. Všechna práva vyhrazena. [cit. 18.04.2021]. Dostupné z: <https://www.autodesk.cz/products/autocad/overview?term=1-YEAR>
- [13] Průmysl 4.0. Průmysl 4.0 [online]. Copyright © Technodat 2018 [cit. 17.04.2021]. Dostupné z: <https://www.prumysl-4.cz>
- [14] AMBROŽ J. Měření optických přenosových tras. Brno: VUT v Brně. FEKT. Ústav tele-komunikací, 2009. 69 s., Bakalářská práce. Vedoucí práce byl Ing. Pavel Reichert.
- [15] KUCHARSKI M., DUBSKÝ P.: Měření přenosových parametrů optických vláken, kabelů a tras. Praha: MIKROKOM, 2000. 141 s.
- [16] Měření optických vláken a optických kabelových tras., Metoda přímá, [online]. Dostupné z: <https://publi.cz/books/185/14.html>, BUBNÍK, Ing. Lukáš, Ing. Jiří KLAJBL a Ing. Petr MAZUCH. Optoelektrotechnika. Jihomoravský kraj: Code Creator, 2014. ISBN 978-80-88058-20-5.
- [17] FILKA, CSC., Prof. Ing. Miloslav. Kabely a technologie informačního přenosu pro integrovanou výuku VUT a VŠB-TUO [elektronický]. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav telekomunikací, Technická 12, 612 00 BRNO, 2014, 105 s. ISBN 978-80-214-5063-9

Seznam symbolů, veličin a zkratek

CETIN	Česká telekomunikační infrastruktura a.s
ANSI	American National Standards Institute
ISO	The International Organization of Standardization
EN	European norms
ČSN EN	Česká technická norma vycházející z EN
ČSN	Česká technická norma
ČKAIT	Česká komora autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě
PD	Projektová dokumentace
BIM	Building Information Modelling
SIL	Silnoproudá elektroinstalace
SLP	Slaboproudé elektroinstalace
STK	Strukturovaná kabeláž
VZT	Vzduchotechnika
SHZ	Stabilní hasící zařízení
ZOTK	Zařízení pro odvod tepla a kouře
SOZ	Samočinné odvětrávací zařízení
ZTI	Zdravotně technické instalace
PDF	Portable Document File
STS	Studie stavby
DÚR	Dokumentace pro územní rozhodnutí
DSP	Dokumentace pro stavební provolení
TD	Tendrová dokumentace/Dokumentace pro výběr zhotovitele
DPS	Dokumentace provedení stavby
RDS	Realizační dokumentace stavby
DSPS	Dokumentace skutečného provedení stavby

Seznam příloh

A	Projektová dokumentace	55
B	Datasheet k měřákům	56
C	Fotodokumentace realizace	57
D	Protokoly měření	64

A Projektová dokumentace

Z důvodu velkého množství dat je uloženo mezi přílohami v ZIP souboru.

B Datasheet k měřákům

Z důvodu velkého množství dat je uloženo mezi přílohami v ZIP souboru.

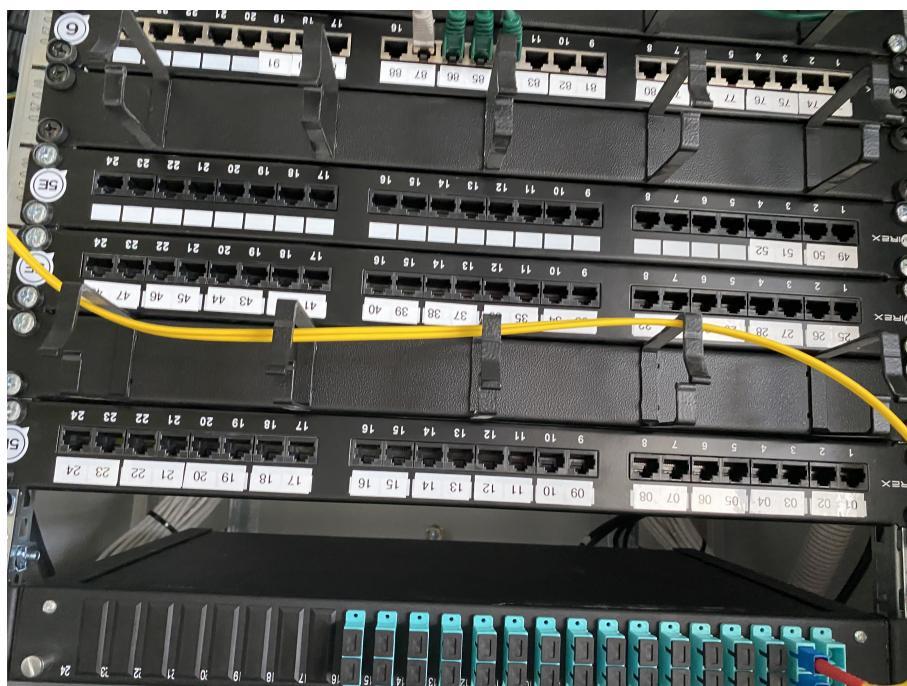
C Fotodokumentace realizace



Obr. C.1: Realizace - trasy v podhledu



Obr. C.2: Realizace - pohled do rozvaděče IDF6



Obr. C.3: Realizace - pohled do rozvaděče IDF6



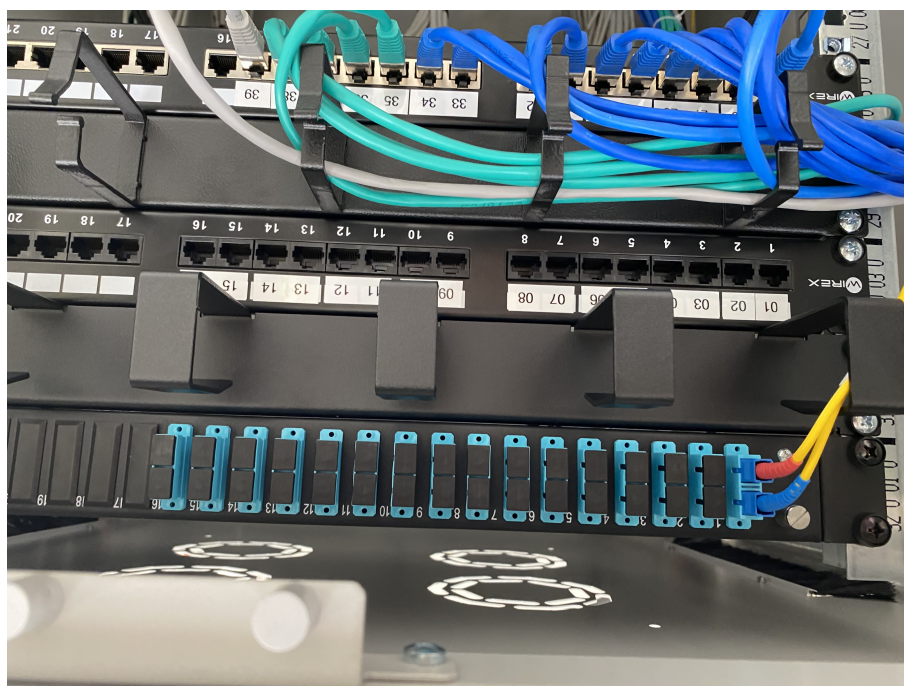
Obr. C.4: Realizace - napájecí panel + UPS IDF6



Obr. C.5: Realizace - kabelové stoupání



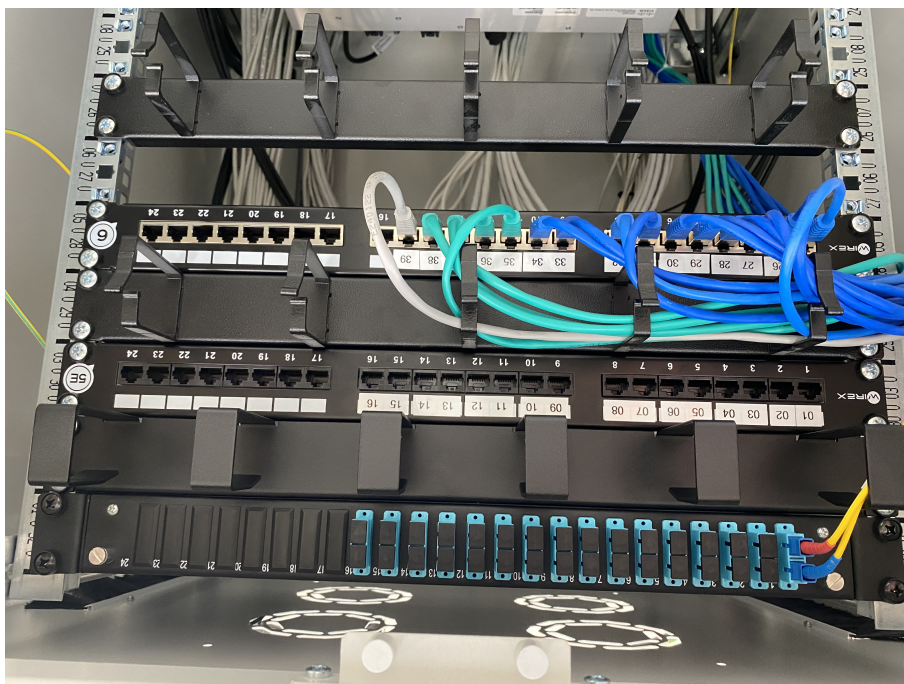
Obr. C.6: Realizace - trasy v podhledu



Obr. C.7: Realizace - označení datového rozvaděče IDF5



Obr. C.8: Realizace - pohled do rozvaděče IDF5



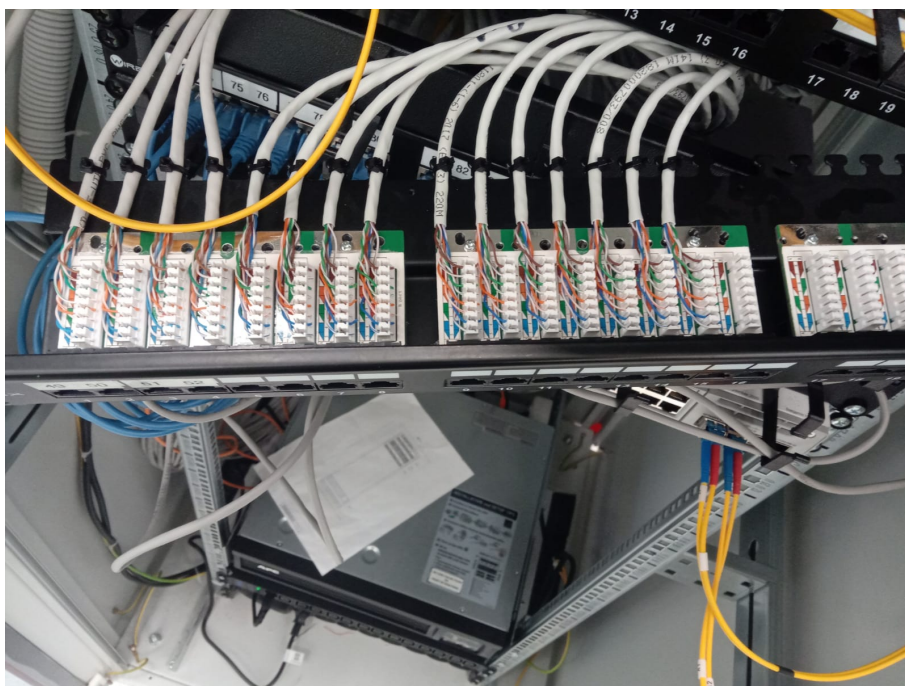
Obr. C.9: Realizace - pohled do rozvaděče IDF5



Obr. C.10: Realizace - trasa hala kabelovým žlabem (drátěný)



Obr. C.11: Realizace - příprava datových zásuvek v pohledu pro Wi-Fi



Obr. C.12: Realizace - kompletace patchpanelu



Obr. C.13: Realizace - připravenost pro osazení parapetního kanálu

D Protokoly měření

Z důvodu velkého množství dat je uloženo mezi přílohami v ZIP souboru.